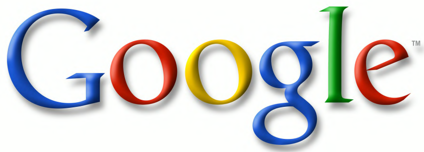


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

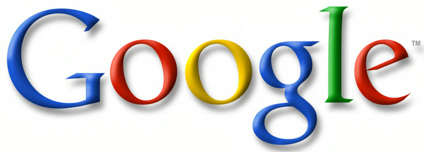
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.





G.10.C.26.



E. BIBL. RADCL.

1982 e. 2/11.



Physikalisches Wörterbuch

VI. Band.

Zweite Abtheilung.

Ma.

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches

Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Brandes. Gmelin. Horner. Muncke. Pfaff.

Sechster Band.

Zweite Abtheilung.

Ma.

Mit Kupfertafeln XII bis XXVI. und Charten I bis IV.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1836.

Bemerkung.

Die Fortsetzung des VI. Bandes wurde bisher durch den Art. *Magnetismus* zurückgehalten, welcher anfangs über Erwarten lange ausblieb und später bereits zur Hälfte gedruckt war, als der Tod den trefflichen Verfasser desselben, Hofrath v. Horner, unerwartet dahin raffte, worauf dann der Rest mit Benutzung seiner Papiere beendigt werden mufste. Wegen des grofsen Umfanges der unter den Buchstaben M. gehörigen Gegenstände erscheint vorläufig die erste Hälfte des Ganzen als zweite Abtheilung des VI. Bandes, worauf die zweite Hälfte oder die dritte Abtheilung dieses Bandes unmittelbar folgen soll. Das nachsichtige Publicum wird die unvermeidliche Zögerung gütigst entschuldigen und zugleich gefälligst berücksichtigen, dafs einige Artikel, namentlich die des verewigten Brandes, schon im Jahre 1834 verfafst worden sind. Gleich nach der Beendigung dieses VI. Bandes wird dann der IX. Band für die Buchstaben T, U, V und demnächst der letzte für W, X, Y und Z nebst dem Registerbande folgen und somit das Ganze beendigt seyn.

M.

M a g i e.

Natürliche Magie, natürliche Zauberkunst; *Magia, magia naturalis;* Magie, magie naturelle; *Magic.*

Die Magie, auch natürliche Magie, natürliche Zauberkunst genannt, welche ehemals mit der Physik nahe verwandt war und zuweilen selbst für identisch mit ihr gehalten wurde, ist gegenwärtig gänzlich davon getrennt und kann bloſs historisch in ihr Gebiet gezogen werden. Das Wort Magie (*magia* oder *magice*, *μαγική* scil. *τέχνη*) stammt ursprünglich von einem persischen Worte *Magus*, welches einen Priester oder einen Weisen, also auch einen Propheten, einen Weissager[1], zugleich aber auch einen Zauberer[2] bezeichnete. Die Römer rechneten zwar die Anwendung aller Arten von Mitteln zu Erzeugungen von Wirkungen, die nicht augenfällig aus ihnen hervorgingen, mithin auch die Ausübung der Arzneiwissenschaft unter die Magie[3], unterschieden jedoch schon in den ältesten Zeiten die offenkundigen Arzneien, die der Heilkunst angehören, von den geheimen, sympathetisch oder zauberisch wirkenden, welche schon in den zwölf Tafeln verboten waren[4], und nannten jenes *medicina*, dieses *magia*. Wie bei den Römern pflanzte sich auch der von den Persern entlehnte Name zusammt der allen ungebildeten Völkern eigenthümlichen Sache, nämlich der Glaube an Zauberei, bei den Juden

1 Cic. Divin. I. 23. 41. De leg. II. 10.
2 Apuleius Apol. ant. med. p. 290. 20. Elm.
3 Plin. Hist. nat. XXX. 1.
4 Apuleius a. a. O. 23.

und den Christen fort, nahm aber bei den letztern vermuthlich wegen ihrer Unverträglichkeit mit den eigentlichen Grundsätzen der Religion einen ganz verschiedenen Charakter an. Alle heidnische Religionen nämlich (und von dieser entlehnten auch die Juden ihre *Dämonologie*) nehmen die Existenz von mehr oder minder mächtigen, guten und bösen Geistern an und setzen den Umgang der Menschen mit diesen im Allgemeinen voraus, so dafs also die näher mit ihnen verbundenen Priester nur dadurch in Gefahr kamen, wenn sie die Geister nicht zu zwingen vermochten, sich ihrem Willen zu fügen und die an sie gestellten Forderungen zu erfüllen. Die christliche Religion dagegen kann nach ihren Grundprincipien als strenger Monotheismus die Existenz von Geistern, welche die Herrschaft eines höchsten Gottes im Grofsen oder auch nur im Kleinen stören und beschränken, auf keine Weise *gestatten* und hätte daher in ihrer Reinheit jede Dämonologie zurückweisen müssen. Da sie aber wegen der Schwäche des ungebildeten menschlichen Verstandes sich dennoch einschlich, so führte sie die seltsame Hypothese herbei, dafs Geister, sowohl gute als böse, allgemein eines Einflusses auf die Menschen fähig seyen, zugleich aber mit der eigenthümlichen Modification, dafs die guten durch Gebete und heilige Formeln oder Zeichen herbeigezogen, die bösen eben hierdurch verscheucht würden, beide dagegen und insbesondere die letztern durch Zaubersprüche zu verschiedenen Dienstleistungen gezwungen werden könnten, eben hierdurch aber, gleichsam wie durch einen Contract auf gegenseitige Hülfe und Unterstützung, eine ihrer bewiesenen Folgsamkeit angemessene Herrschaft über die mit ihnen verbundenen Subjecte erlangten. Anstatt solche der Voraussetzung nach unglückliche und dem ewigen Verderben ausgesetzte Individuen aus ihrer Lage zu befreien und zu bessern, brachte es das Streben nach Hierarchie mit sich, dafs man sie vielmehr verfolgte, welches dann die unglaublich vielen Hexenprocesse veranlafste und die Ordalien der Alten wieder in Aufnahme brachte. Dieses verabscheuungswürdige Vorurtheil, die Frucht des finstersten Aberglaubens, welches sogar fürstliche Personen, Geistliche und selbst die Päpste nicht verschonte, wuchs zunehmend und erreichte unmittelbar vor der Reformation seine gröfste Höhe, als Innocenz VIII. im Jahre 1484 die berühmte Bulle gegen

die Hexerei erliefs, MAXIMILIAN I. im Jahre 1486 diese in seinen und des Reichs Schutz nahm und diesemnach überall Ketzergerichte einsetzte, so dafs allein im Trier'schen in wenigen Jahren 6500 Menschen, worunter auch Geistliche, Mönche und Nonnen waren, lebendig verbrannt wurden[1].

Um eben diese Zeit fing man an, die Natur und ihre Gesetze mehr zu beachten, wodurch manche, vorher als wunderbar betrachtete Erscheinungen aus Naturkräften erklärt, mitunter auch künstlich dargestellt wurden. Insofern die hierbei wirksamen Naturkräfte unbekannt waren, mufsten die erzeugten Wirkungen zauberisch erscheinen, und erhielten somit den Namen der Magie, jedoch der *natürlichen*, im Gegensatze der *übernatürlichen*, die sich der Mitwirkung höherer Geister bediente. Waren letztere gute, also mit Gott verbundene Geister, so hiefs die Kunst *Theurgie* oder *weifse Magie* (*Magie blanche*), waren es dagegen böse Geister (Teufel), so nannte man sie die *schwarze Kunst*. Das Studium der Natur war mit Ausnahme einiger Astrologie in den frühesten Zeiten gar nicht vorhanden und würde unfehlbar den Verdacht der Zauberei herbeigeführt haben, wogegen sich auch die spätern Gelehrten vertheidigen mufsten, als vom 13ten Jahrhunderte an die Schriften des Aristoteles, aus dem Arabischen übersetzt und aus Handschriften von Constantinopel in Italien eingeführt, allgemeiner verbreitet wurden und die ersten Keime der Naturforschung hervortrieben. Weniger verdächtig wurde MICHAEL SCOTUS und sein Landsmann AELFRED um die Mitte des 13ten Jahrhunderts[2], als der für seine Zeit übermäfsig gelehrte ALBERTUS MAGNUS (starb 1280), welcher den Ruf der Zauberei weniger vermieden oder sogar fast gesucht zu haben scheint[3]. Nicht gleiches Aufsehn erregte THOMAS CANTIPRATENSIS, dessen aus den alten Schriftstellern gesammelte Leh-

---

1 Ausführlich findet man die Geschichte der allmäligen Verbreitung des Glaubens an Magie und Zauberkunst in J. S. HALLE Magie Th. I. Einleit.

2 Ersterer schrieb unter andern *de Secretis naturae*, letzterer Erläuterungen zu Aristoteles Pflanzenlehre und über die Bewegungen des Herzens. S. WACHLER Lehrbuch d. Literärgesch. Leipz. 1830. S. 293.

3 Opera stud. et. lab. P. Jammy. Lyon 1651.

ren[1] Vincentius Bellovacensis benutzte[2], und der dem Ende dieses Jahrhunderts angehörende Frater Theodoricus de Saxonia (aus Apolda), berühmt durch die erste richtigere Erklärung des Regenbogens[3]. Allen diesen genannten Gelehrten an Umfang und Tiefe der Kenntnisse weit überlegen war Roger Baco[4] (starb 1294), welcher jedoch gleichfalls gezwungen war, sich gegen den Verdacht der Zauberei zu vertheidigen, dem selbst Conrad v. Meygenberg, der Herausgeber und Vermehrer der physikalischen Schriften des Thomas Cantipratensis, im Anfange des 14ten Jahrhunderts nicht ganz entging[5]. Insbesondere gaben diejenigen, welche sich mit Chemie beschäftigten und unter denen Arnaldus de villa nova[6], Raymundus Lullus[7], Petrus de Abano[8] im 13ten und Basilius Valentinus aus dem 15ten Jahrhunderte am meisten Aufmerksamkeit verdienen, Veranlassung zum Vorwurfe der Schwarzkünstlerei, so dafs das Bildnifs des Petrus de Abano als eines Zauberers nach seinem Tode verbrannt wurde. Chemie und Magie galten in Frankreich, Italien und Deutschland, wohin dieser Zweig der Wissenschaften von den Arabern verpflanzt worden war, für gleichbedeutend, die Anhänger der Chemie wurden als Magier verfolgt und gaben hierzu mehr als andere ganz unschuldige Personen Veranlassung, insofern sie allerdings den Stein der Weisen, die Kunst, Gold zu machen, Lebenselixire und sonstige mit geheimen Kräften begabte Substanzen aufsuchten und dabei allerdings leicht verführt werden konnten, aus Gewinnsucht zur Anrufung der Hülfe von Geistern, wenn auch nicht von bösen, ihre Zuflucht zu nehmen.

---

1 Er schrieb: *De rerum natura* Lib. XX.

2 Er schrieb: *Speculum naturale* Lib. XXXIII.

3 Commentari sopra la storia e la teoria dell' ottica, del Caval. G. Venturi. Bologna 1814. T. I.

4 Opus maius ad Clementem IV. Pont. Rom. Ex. ms. cod. Dublinensi primum edidit S. Jebb, M. D. Lond. 1733. fol. Epist. Rog. Baconis de secretis operibus artis et naturae et de nullitate magiae. Par. 1542. 4. Thesaurus chemicus. Francof. 1603.

5 Conrad v. Meygenberg Buch der Natur. Augsb. 1475. fol.

6 Opp. chem. Wien 1744. 8.

7 Opera ed. Yvo Salzinger. Mainz 1722. 4.

8 Conciliator differentiarum. Mantua 1472. fol. Das Werk ist von dem Araber Averroes entlehnt.

Als mit dem Anfange des 16ten Jahrhunderts die Begierde nach der Kenntnifs der Natur und ihrer Gesetze erwachte, gaben selbst die Verehrer und thätigsten Beförderer derselben entweder aus eingewurzeltem Vorurtheile, oder überrascht durch das Wundervolle der beobachteten Erscheinungen ihrem Vortrage eine Art von magischer Einkleidung, indem sie mit Hintansetzung streng wissenschaftlicher Forschung nur das Auffallende der Phänomene, insbesondere der Versuche hervorhoben, ohne die dabei zum Grunde liegenden Naturgesetze aufzusuchen oder besser zu begründen und genauer zu bestimmen. Dieses geschah namentlich in Italien durch JOH. BAPT. PORTA[1] und in Deutschland durch CASPAR SCHOTT[2] im 17ten Jahrhunderte, welcher letztere, ein Schüler des ATHANASIUS KIRCHER, noch fest am Glauben übernatürlicher Kräfte hing. Aus jenen Zeiten, dem 16ten, so wie dem Anfange und der Mitte des 17ten Jahrhunderts stammen die vielen hiernach entstandenen Benennungen physikalischer Apparate, die zum Theil noch jetzt allgemein bekannt, zum Theil als wenig belehrend in Vergessenheit gekommen sind, als die *Zauberlaterne*, der *Zauberbrunnen*, der *Zaubertrichter*, das *Zaubergemälde*, das *Zauberperspectiv* u. s. w. Statt des magischen Gewandes, in welches die Italiener und Deutschen die Naturlehre kleideten, suchten die Franzosen sie als ein Mittel der Unterhaltung und Belustigung zu benutzen. Dahin gehören die in Frankreich gesammelten belustigenden Kunststücke[3], welche SCHWENTER[4] mit unbedeutenden Vermehrungen in Deutschland bekannt machte und HARSDÖRFER[5] durch eine Menge werthloser Possen vermehrte, die aber nach dem damaligen Zustande der Geistesbildung mit großem Beifalle aufgenommen wurden. Ungleich besser ist die Sammlung physikalischer und mathematischer Kunststück-

---

1 Magiae naturalis, sive de miraculis rerum nat. LL. IV. Neap. 1558. fol. 1650. 8. 1664. 12.

2 Magia universalis naturae et artis. Fr. 1657. 4.

3 Récréations mathématiques. Rouen 1634. 8.

4 Deliciae physico-mathematicae oder mathematische und philosophische Erquickungsstunden. Nürnberg 1651. 4.

5 Mathematische u. phil. Erquickungsstunden. Nürnb. 1651 u. 53. 3 Th. 4.

chen von Ozanam[1] und die vollständigste unter allen von Guyot[2].

Schon hatte sich indefs die Naturlehre durch Galilaei und dessen Schüler, durch Huyghens, insbesondere durch Newton's überlegenen Verstand, durch s'Gravesande, Musschenbroek und Wolf ganz anders gestaltet, sie hatte ein mathematisches streng wissenschaftliches Gewand angenommen, und die lehrreichen Untersuchungen in den Verhandlungen der gelehrten Gesellschaften zu London, Paris, Berlin, Petersburg, Stockholm u. s. w. beurkundeten ihren Umfang und ihre Tiefe, als die öffentliche Vertheidigung der Zauberei und übernatürlichen Magie durch Anton de Haen[3] grofses Aufsehn erregte. Dieses gab Veranlassung, dafs mehrere Gelehrte den Ursprung und die absichtlichen Täuschungen der sogenannten Magie nachwiesen[4], andere den seit einem Jahrhunderte fast vergessenen Namen der natürlichen Magie wieder ans Licht zogen und die sogenannten *Zauberkunststücke* der Naturlehre mit der Erläuterung ihres eigentlichen Gehalts in möglichster Vollständigkeit zusammenstellten, welches für die damalige Zeit allerdings eine grofse Menge von Belehrungen darbot. Hierhin gehören vorzüglich die natürlichen Magieen von Wiegleb[5] und deren Fortsetzung von Rosenthal[6], die von Funk[7] und insbesondere das grofse Werk von Halle[8]. Die spätern Schriften hierüber

1 Récréations mathématiques et physiques. à Paris 1697. 2 T. 8.

2 Nouvelles récréations phys. et math. Par. 7 voll. 8.

3 De Magia. Lips. 1775. 8.

4 T. Tiedemann Disp. de quaestione, quae fuerit artium magicarum origo. Marb. 1787. Agathon. Carlsr. 1785. Th. I. 8. 51. u. a.

5 Die natürliche Magie. Berlin u. Stettin 1779. 8. Eberhard zeigt in der Vorrede die Unzulässigkeit der übernatürlichen Chemie sehr überzeugend.

6 Wiegleb's natürliche Magie, fortges. von Rosenthal. Berlin 1789 bis 1805. 20 Voll. 8.

7 Natürliche Magie. Berlin u. Stettin 1783. 8. N. A. 1806.

8 Magie, oder, die Zauberkräfte der Natur u. s. w. Berl. 1784 bis 1786. 4 Th. 8. Fortgesetzte Magie. Eb. 1788 — 1801. 12 voll. Neufortgesetzte Magie. Eb. 1802. Th. I. 8. Vergl. Onomatol. cur. artif. et mag. oder natürl. Zauberlexicon. Dritte Aufl. Nürnberg 1784. 8.

von EBERHARD, GÜTLE[1] u. a. sind fast ganz unbeachtet geblieben.

Unter die mit magischer Kraft begabten, nach Art der Amulete und Zauberformeln wirkenden Gegenstände gehören auch die sogenannten magischen Anordnungen oder Zusammenstellungen der Zahlen, wie man überhaupt gewissen Zahlen eigenthümliche geheime Bedeutungen und Wirkungen beilegte, einige für glücklich, andere für unglücklich hielt und diese Eigenthümlichkeit auf die Zahl der Tage, der Lebensjahre, insbesondere auf die Nummern der Würfel, Loose u. s. w. übertrug. Ein vorzügliches Aufsehn machten die *magischen Quadrate* oder *Zauberquadrate*, von denen diese Untersuchung hauptsächlich ausging. Insbesondere legten die Pythagoräer den Zahlen eine magische Kraft oder mindestens Bedeutung bei und sollen dieses von den Aegyptiern entlehnt haben[2]. Ein Beispiel solcher Zahlen geben unter andern die 3, 4 und 5, welche als das Maſs der Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks angenommen den Beweis des Pythagoräischen Lehrsatzes unmittelbar geben, insofern die Summe der Quadrate der beiden kleinern dem Quadrate der gröſsern gleich ist.

Magische Quadrate sind solche in Quadraten zusammengestellte Zahlen, daſs ihre verticalen und horizontalen Summen gleich sind, und auch die der Diagonalen, wenn sie die Bedingungen vollständig erfüllen sollen. Im letztern Falle muſs das Quadrat, dessen Seite = 2 ist und welches also aus vier Zahlen besteht, lauter gleiche enthalten, was bei allen gröſsern unnöthig ist. Zur leichtern Einsicht mögen folgende einfache 3-, 4- und 5seitige magische Quadrate dienen.

1 Versuche, Unterhaltungen und Belustigungen a. d. natürl. Magie m. K. Leipz. 1791. 8.

2 Plutarch de Iside et Osiride. In Plut. Opp. Lutet. Par. 1624. T. II. p. 373. Nach der aegyptisch-mystischen Bedeutung bezeichnet die Basis = 4 den Osiris, die verticale Seite = 3 die Isis und die Hypotenuse = 5 den Horus. Es ist nämlich 3 die erste ungerade Zahl, 4 das Quadrat der ersten geraden, aus welcher 2 und 3 die Summe = 5 hervorgeht, welche auf das Quadrat erhoben = 25 die Zahl der Jahre des Apis angiebt. Dieses Dreieck war daher ein heiliges Symbol in Aegypten.

4	9	2
3	5	7
8	1	6

10	15	6	3
8	1	12	13
11	14	7	2
5	4	9	16

16	14	8	2	25
3	22	20	11	9
15	6	4	23	17
24	18	12	10	1
7	5	21	19	13

Der Ueberblick dieser magischen Quadrate ergiebt, dafs sie zuvörderst die angegebenen Eigenschaften der gleichen Summen haben; aufserdem aber enthalten sie so viel Ziffern aus der Reihe der natürlichen Zahlen von 1 an gerechnet, als die Quadratzahl ihrer Seiten beträgt.

Die erste bekannte Erwähnung der magischen Quadrate findet sich bei Manuel Moschopulus aus etwa 1300 nach Chr. Geburt, ohne dafs ausgemacht ist, ob dieses von dem ältern oder jüngern Gelehrten dieses Namens herrührt[1]. Viel weiter ging der durch seine Gelehrsamkeit und vielfachen Schicksale berühmte Corn. Agrippa von Nettesheim (st. 1535), welcher vielfach in den Verdacht der Zauberei kam[2]. Dieser construirte die 7 magischen Quadrate vom dreiseitigen bis neunseitigen, was ohne Zweifel astrologische Beziehung hatte. Es soll nämlich von den Aegyptiern und Pythagoräern herrühren, die Bahnen der damals bekannten 7 Planeten durch die magischen Quadrate zu bezeichnen. Hiernach gehörte dasjenige, welches 3 zur Seite hatte (also neunzifferige), dem Saturn, das von 4 dem Jupiter, das von 5 dem Mars, von 6 der Sonne, von 7 der Venus, von 8 dem Mercur uud von 9 dem Monde, das von 2 der unvollkommenen Materie (weil darin zwar die verticalen und horizontalen Summen, nicht aber die diagonalen gleich sind), und Gott selbst endlich wurde durch das Quadrat von einer Seite, also mit der Ziffer 1 bezeichnet, welche auf jede Potenz erhoben keine Vermehrung erhält. Das jedesmalige Quadrat wurde zu gröfserer Wirksamkeit auf das Metall des Planeten gravirt und mit einem Polygon umgeben, welches in einen in so viele Theile getheilten Kreis, als die Zahl der Seite des magischen Quadrats betrug,

---

1 Die Handschrift des Moschopulus, welche diesen Gegenstand enthält, befindet sich nach Hutton Dict. II. p. 6. in der Pariser Bibliothek.

2 Dessen Bücher de occulta Philosophia. In Opp. Per Beringos Fr. ohne Jahrzahl.

beschrieben war; endlich wurden die Zeichen des Thierkreises in den Raum zwischen dem Polygon und dem Kreise getragen und die Figuren als Amulete getragen, um erforderlichen Falls den Schutz des Planeten zu erhalten. Von Agrippa lernte Bachet de Meziriac die Sache als geometrisches Problem kennen und lehrte eine allgemeine Methode, die magischen Quadrate der ungeraden Quadratzahlen, z. B. 25 und 49 u. s. w., zu construiren[1]. Viel weiter als Bachet und sein Nachfolger Arnaud[2] ging der berühmte Rechner Frénicle[3] und zeigte, daſs namentlich die 16 Ziffern im magischen Quadrate von der Seite = 4 nicht weniger als 878 Versetzungen zu magischen Quadraten verstatteten; auch lehrte er solche Anordnungen, welche allezeit magische Quadrate blieben, wenn man die äuſsern Reihen nach einander wegnahm, und welche Montucla[4] *magisch-magische Quadrate* nennt. Inzwischen giebt er keine allgemeine Methode ihrer Construction und scheint also viele nur durch empirisches Aufsuchen aufgefunden zu haben.

Poignard, Canonicus zu Brüssel, erweiterte die bis zu seiner Zeit bekannten Kenntnisse der magischen Quadrate durch zwei Abänderungen. Anstatt nämlich die einzelnen Fächer mit den natürlichen Zahlen nach ihrer Reihenfolge zu füllen, nahm er nur so viele Zahlen, als die eine Seite Abtheilungen hatte, und ordnete diese so, daſs keine dieser Zahlen weder in einer horizontalen noch in einer verticalen Reihe doppelt vorkam, wonach also stets die Summe dieser natürlichen Zahlen herauskommen muſste. Auſserdem bediente er sich zur Construction der magischen Quadrate nicht, wie bis dahin, ausschlieſslich der natürlichen Zahlenreihe, sondern auch der quadratischen und selbst der harmonischen. Sein im Jahre 1703 erschienenes Werk wurde dem La Hire bekannt, welcher die Aufgabe allgemeiner und wissenschaftlicher behan-

---

1 Problêmes plaisans et délectables, qui se font par les nombres. Lyon 1613. 8.

2 Nouveaux Élémens de Géometrie. Par. 1667.

3 Anciens Mém. de l'Academie. T. II. Divers Ouvrages de Mathématique et de Physique. Par Mssrs. de l'Acad. Roy. des Sc. Par. 1693.

4 Hist. des Math. T. I. p. 348.

delte[1]. Eben dieses geschah nachher, jedoch in geringerem Umfange durch SAUVEUR[2], ONS-EN-BRAY[3] und RALLIER DES OURMES[4].

Auch den deutschen Rechenmeistern waren die magischen Quadrate nicht fremd. Von ihnen handelt MICHAEL STIFEL[5], welcher den Gegenstand ohne Zweifel aus dem AGRIPPA V. NETTESHEIM kennen lernte, desgleichen ADAM RIESE V. STAFFELSTEIN[6] und G. V. CLAUSBERG[7]. Von CORN. CAPITO erschien sogar eine eigene Schrift über die magischen Quadrate[8], welche jedoch wenig beachtet worden ist, und die neuern Arithmetiker haben die ganze Untersuchung, welche allerdings gar keinen oder nur geringen praktischen Nutzen verspricht, entweder übergangen oder nur kurz berührt, aufser MOLLWEIDE[9], welcher nicht blofs die Geschichte der Bearbeitung dieses Problems, sondern auch eine Zusammenstellung der verschiedenen Arten magischer Quadrate mitgetheilt hat.

KOCHANSKI[10] erweiterte die Aufgabe durch Hinzufügung einer eigenen Art magischer Quadrate, welche durch Subtraction stets die nämlichen Resultate geben; der bereits genannte SAUVEUR fügte das magische Kreuz, das magische Gitter und den magischen Würfel hinzu, noch weiter aber, als diese, ging der berühmte FRANKLIN, welcher aus vier magischen Quadraten ein grofses magisches Quadrat bildete und dieses *magisches Quadrat der Quadrate* (*magic square of squares*) nannte, aufserdem aber einen *magischen Kreis von Kreisen* construirte[11]. Im erstern, welches aus vier zusam-

1 Mém. de l'Acad. 1705.

2 Eb. 1710.

3 Eb. 1750.

4 Mém. présentés cet. T. V. Par. 1763. p. 196.

5 Arithmetica integra. Lib. I. cap. 3.

6 Rechnung nach der lenge, auff den Linihen und Feder u. s. w. Leipz. (1550) S. 103.

7 Demonstrative Rechenkunst. Leipz. 1732. 4 Th. 8. §. 1505.

8 Anweisung alle magischen Quadrattafeln zu verfertigen u. s. w. Glückst. 1767. 8.

9 Math. Wörterbuch von Klügel, fortges. durch Mollweide. Th. IV. S. 13—46. Ders. de quadratis magicis. Lips. 1806. 4.

10 Acta Erud. 1686. p. 393.

11 Franklin's Exp. and Obs. 1769. 4. p. 350. Dessen sämmtl. Werke. D. Ueb. Th. II. S. 307.

mengesetzten achtseitigen Quadraten (also mit 16 Abtheilungen der Seite des grofsen) bestand, entdeckte Is. Dalby einige unrichtige Zahlen, eine Beschreibung des letztern würde aber hier zu weit führen[1].

M.

Magnetismus.

Magnet; *Magnes*; Aimant; *Loadstone, Magnet.*

Ein Eisenerz, welches die Eigenschaft besitzt, Eisen anzuziehn. Den Namen *Magnet* (μαγνήτης) leitet man von der Stadt *Magnesia* in Lydien, unweit dem heutigen Smyrna, her, wo dieser Stein zuerst gefunden worden sey[2]. Bei Plato und Theophrast kommt er unter dem Namen des *Heraclischen Steins* vor, weil jene Stadt auch *Heraclea* geheifsen habe; eine Benennung, die jedoch noch einem halben Dutzend anderer Städte gegeben wurde. Plinius[3] spricht ganz bestimmt von der Anziehung in die Ferne und vom Festhalten des Eisens am Magnetstein: „*Trahitur ferrum a Magnete, domitrixque illa rerum omnium materia ad inane nescio quid currit atque, ut propius venit, assistit teneturque et complexu haeret.*“ Noch vollständiger äufsert sich Lucretius[4] über die Fortpflanzung der anziehenden Wirkung durchs Eisen, indem fünf und mehrere eiserne Ringe einander gleich einer Kette tragen, über abwechselndes Anziehn und Abstofsen, über den Durchgang der magnetischen Kraft durch eherne Schalen, und er macht darauf aufmerksam, dafs dieser Stein weder andere Metalle noch Holz anziehe. Weiter jedoch ging die Kenntnifs der Alten nicht; sie unterschieden die Magnetsteine nach ihrem Fundort, ihrer Stärke und Farbe, und ge-

1 Zur Literatur dienen aufser den bereits genannten Werken von Montucla, Hutton und Mollweide noch Ferguson Tables and Tracts. 1771. 8. p. 318. und Hutton Recreations in Mathematics and natural philosophy. 1803. 4 T. 8.

2 Quem magneta vocant patrio de nomine Graii, sagt Lucretius de rerum nat. L. VI. v. 908.

3 Hist. Nat. L. XXXVI. c. 16.

4 Lucret. L. VI. v. 910 — 916. 1040 — 1060.

brauchten sie als Heilmittel für Brandwunden und Augenflüsse.

I. Natürliche Magnete.

Der *gemeine Magnetstein* ist ein dunkelgraues Eisenerz, das meistens im Urgebirge, im Gneis, Glimmer, im Chloritschiefer und im Urkalk, wohl auch im Serpentinstein und der Flötztrappformation, zuweilen in bedeutenden Massen vorkommt. Es findet sich in grofser Menge und Reinheit bei Rosslag in Schweden, wo es zu dem besten Eisen verarbeitet wird, ebenso in Corsica und auf Elba, in Norwegen, Sibirien, England, Sachsen, Böhmen und auf dem Harz[1]. Die orientalischen Magnetsteine, welche Robert Normann, der Erfinder des magnetischen Inklinatoriums, für die besten hielt und die aus China und Bengalen kommen, sind meist röthlich von Farbe. Der Berg Taberg in Schwedisch Lappland und der Pumachanche in Chili sollen fast ganz aus Magnetstein bestehn. Sein specifisches Gewicht fällt zwischen 4, 2 und 4, 9. Nach der Bemerkung des Obersten Gibbs ist in dem Eisenbergwerke zu Succasunny das Eisenerz in dem obern Theile magnetisch, an der Sohle aber ohne Magnetismus, und erhält denselben erst, wenn es eine Zeitlang dem Einflusse der Atmosphäre ausgesetzt war. Hiermit stimmt auch die Behauptung überein, dafs nach zahlreichen Versuchen dieses Gestein *am Orte seiner Lagerung nicht magnetisch ist*, sondern die einzelnen Stücke erst, wenn sie zu Tage gefördert sind, ihre

1 In frühern Zeiten mag man auf die natürlichen Magnete weniger aufmerksam gewesen seyn. Denn Gilbert de Magnete Cap. II., der in Herzählung ihrer Eigenschaften, ihrer Härte, Farbe, Schwere und der Fundörter unerschöpflich ist, bemerkt ausdrücklich, dafs man solche bei einiger Aufmerksamkeit überall finde, dafs z. B. in Deutschland früher keine vorgekommen, nun aber, da seit seiner Väter Gedenken die Metallurgie daselbst höher gestiegen sey, sich dort auch viele Magnetsteine gefunden haben. — Doch müssen die damals (bis zum J. 1600) bekannten Magnete sehr unkräftig gewesen seyn, indem Gilbert es der Aufführung werth fand, dafs es unter den von fremdartigem Gestein befreiten Magneten solche gebe, die, obwohl nur ein Pfund schwer, doch 4 Unzen Eisen, ja sogar ein halbes oder ein ganzes Pfund aufzuheben vermöchten.

magnetische Kraft erhalten [1]. Die *Härte* der Magnete ist gerade so groſs, daſs sie mit dem Stahle Feuer geben, daher ihre Bearbeitung mühsam wird. Magnetsteine von feinem, dichtem Korn sollen stärker seyn und ihre Kraft länger behalten, als die grobkörnigen. Oft ist ein kleineres Stück aus einem gröſsern herausgeschnitten kräftiger als dieser, in welchem fremdartiges Gestein der Wirkung des eigentlichen Magnetstückes im Wege steht.

Der Magnetstein zieht auf seiner Oberfläche das Eisen nicht überall mit gleicher Stärke an, sondern, in Eisenfeilicht gelegt, sind es gemeiniglich zwei einander gegenüberstehende Stellen, an welchen sich die meiste Anhäufung zeigt. Diese nennt man seine *Pole*. Jedes Fragment eines solchen Steins erhält wieder seine zwei besondern Pole [2]. Die anziehende Kraft des Steins wird in hohem Grade verstärkt, wenn man ihn zu beiden Seiten mit eisernen Schienen oder Schalen bekleidet, welche in zwei dickere, einander nahe stehende Enden auslaufen, bestimmt, den ebenfalls eisernen Träger, den sogenannten *Anker*, aufzunehmen. Man nennt dieses seine *Bewaffnung*, *Armirung*.

Wolf [3] führt aus Mersenne und de Lanis Beispiele auf, daſs armirte Magnete 16 bis 40-, ja 320mal mehr Gewicht trugen, als sie ohne Armatur halten konnten. Du Fay [4] besaſs einen Magnet von 9 ℔ Gewicht, der nach der Armirung 76 ℔ trug. Dagegen zeigte schon Gilbert, daſs die *Wirkung in der Ferne* durch die Armirung *nichts gewinne*. Fig. Anfänglich begnügte man sich, jedes der Polarenden der 101.

1 Von Leonhard Handb. d. Oryktognosie. 1825. S. 83. u. Muncke Handb. d. Naturlehre. 1829. S. 887.

2 Nach Musschenbroek giebt es Magnete mit 8, 9 bis 10 Polen; er selbst sah einen kubischen Magnetstein, an welchem jede Seite ihre Polarität hatte. Der durch seine künstlichen Magnete berühmte Engländer Dr. Gowin Knight besaſs die Kunst, auch die Pole der natürlichen Magnete umzuändern und zu vervielfältigen, überhaupt ihre Tragkraft zu erhöhn. Aepinus fand, daſs schwache natürliche Magnete stärker wurden, wenn sie etwa eine halbe Stunde in ein Glühfeuer gesetzt und, nachdem sie hierdurch allen Magnetismus verloren hatten, *aufs Neue magnetisirt* wurden.

3 Nützliche Versuche. Th. III. C. 4. §. 85.

4 Mém. de l'Acad. 1731. p. 426.

Magnete mit einer Art Schild oder Kappe von Eisen zu versehn, welche durch eiserne Stangen oder Drähte gegen einander gezogen und so an den Stein angedrückt wurden. Später erhielten diese Schalen die jetzt noch gebräuchliche Form, wodurch die Pole des Magnets einander näher gebracht, und vermittelst eines eisernen Stabes in Verbindung gesetzt werden konnten, was begreiflicher Weise ihre Tragkraft bedeutend vermehrte. Diese ist übrigens sehr verschieden. In der Regel tragen kleinere Magnete verhältnifsmäfsig mehr als gröfsere. Solche, die nur 20 bis 30 Gran wiegen, ziehn zuweilen das 30-, 40- und 50fache ihres Gewichts, da hingegen Magnete von 2 Pfund nur selten ihr zehnfaches Gewicht zu tragen vermögen. Nach Dr. MARTIN's Zeugnifs[1] besafs J. NEWTON einen Magnet, der in einen Ring gefafst war und, obwohl er nur 3 Gran wog, dennoch das 250fache seines Gewichts, nämlich 746 Gran, zu tragen im Stande war. Ebenso behauptet CAVALLO einen Magnet gesehn zu haben, welcher bei einem Gewichte von 6 bis 7 Granen beinahe 300 Gran trug[2]. Zu den gröfsten Magneten dieser Art gehört derjenige, welcher nach PARROT[3] in dem wohlbestellten physikalischen Cabinette der Universität Dorpat sich befindet. Er wiegt ohne Armatur 30 Pfd., mit der Armatur und einem kupfernen Gehäuse 40 Pfd. und trägt 87 Pfd. Noch gröfser ist derjenige, welchen PARROT selbst dem Teyler'schen Museum verschafft hat. Er wiegt mit Armatur und Gehäuse 307 Pfd. und der Anker desselben läfst sich mit 230 Pfd. noch nicht von seinen Füfsen abreifsen. Dieser Magnet allein, bemerkt PARROT, würde MAHOMET und seinen Sarg leicht zu tragen vermögen[4]. Nicht minder bedeutend ist auch der Magnet, welcher im Kabinet der Akademie der Wissenschaften zu Lissabon sich befand und den König Johann V. vom chinesischen Kaiser zum Geschenk erhalten hatte[5]. Der Stein war

Fig. 102. und 103.

1 Encyclop. brit. P. p. 47. der zweiten Ausgabe.

2 CAVALLO theor. u. pract. Abh. d. Lehre vom Magnet. 1788. S. 32. der deutschen Uebers.

3 S. dessen Physik. Th. II. S. 602.

4 In eben diesem Cabinett findet sich noch ein natürlicher Magnet, der mit 30 Pfd. beladen ist, und die Gesellschaft von felix Meritis in Amsterdam besitzt einen ähnlichen, der immer 150 Pfd. trägt. S. V. MOLL in Bibl. univ. Sept. 1830. p. 30.

5 Memorias das Sciencias da Lisboa. T. I. p. 88.

von unregelmäfsiger Gestalt und hielt 262 Kub. Zoll; er wog [illegible] Pfd. und 7½ Unzen und sein specifisches Gewicht betrug [illegible]. Seine Meridianlinie war 6 Zoll 10 Lin. und sein Aequator 8½ Zoll lang. Unterhalb, wo seine Pole sich befanden, war er zur bessern Armirung etwas schmaler, so dafs der Südpol um 4½, der Nordpol um 2½ Zoll vom Aequator abstand. Er trug anfänglich 176 Pfd., später, als seine Armatur, die er aus China mitgebracht hatte, vom Rost befreit wurde, konnte seine Tragkraft bis auf 202 Pfd. gesteigert werden.

Das Eigenthümliche der beiden *Pole*[1] des Magnets, die Gilbert nicht als Puncte, sondern als die Stellen bezeichnet, wo die zunehmende Kraft des Anziehns ihr Maximum erreicht, führte schon frühe eine Vergleichung des Magnets mit der Erdkugel selbst herbei, und die alte Idee von der besondern Vollkommenheit der Kugelgestalt vermochte die Physiker, den Magnetsteinen durch Schleifen (auf den Drehscheiben der Krystallschleifer, wie Gilbert anräth) die Rundung einer Kugel zu geben, die man *Microgea* oder *Terrella* nannte und sogar mit Meridianen und Parallelkreisen versah. Man glaubte durch diese Nachbildung der Erdgestalt das Geheimnifs der magnetischen Richtungen besser erforschen und mancherlei Versuche richtiger und bequemer anstellen zu können, eine Annahme, die freilich der Erfolg nicht bestätigt hat, indem spätere Versuche über die beste Armirung der Magnete gezeigt haben, dafs für diesen Zweck und mithin auch für die Vermehrung der Tragkraft die parallelepipedische Form die tauglichste sey.

In die *Classe der natürlichen Magnete* gehören auch die verschiedenen Steinarten und Felsen, an welchen man eine mehr oder weniger starke Einwirkung auf die Magnetnadel

---

1 Wie man diese aus dem verticalen oder geneigten Stande einer äufserst kleinen Nadel oder eines Stückchens Stahldraht finden könne, den man auf der Kugel herumführt, zeigt schon Gilbert a. a. O. Cap. III. Er räth ferner an, die Magnetkugel auf einem hölzernen Schiffchen schwimmen zu lassen, und bemerkt sehr scharfsinnig, dafs der nach Norden gerichtete Pol mit Unrecht als *Nordpol* des Magnets bezeichnet werde; eine Ansicht, die in neuern Zeiten auch von französischen Physikern hervorgerufen wurde, aber wegen ihres Widerspruchs mit der gebräuchlichen Benennung nicht in Gang gekommen ist (cap. IV.).

bemerkt hat. Ein auffallendes Beispiel hiervon lieferten einige Granitfelsen auf dem Harzgebirge, an denen schon früher der Berghauptmann von Trebra eine bestimmte Polarität bemerkt hatte und die von J. K. Wächter im J. 1800 näher untersucht wurden[1]. Zwei mächtige Granitblöcke, die beiden *Schnarcher* genannt, ziehn auf der Ostseite schon in 2 Fuſs Entfernung die Nadel der Boussole von ihrer Richtung ab. Aehnliche Wirkungen zeigte der sogenannte Ilsenstein bei Ilsenburg und die hohen Klippen in der Grafschaft Wernigerode. Bei allen diesen Felsen lag auf der östlichen Seite der Südpol, auf der westlichen der Nordpol, der unwirksamen Stellen waren jedoch ungleich mehrere, als der wirksamen, und Wächter ist geneigt, die Granitfelsen eisernen Stäben gleich zu setzen, weil beide magnetisch werden. Hausmann hielt dafür, daſs diesem Granit oder seinen Bestandtheilen Eisen *chemisch* beigemengt sey. Allein Dr. J. L. Jordan[2] in Clausthal leitet mit vieler Wahrscheinlichkeit jenen Magnetismus von *eingesprengtem gemeinen Magneteisenstein* her, der in sehr feinen Körnern dem dortigen Granit beigemengt ist. Daſs jene Anziehung nicht Folge einer chemischen Einwirkung sey, erwies Jordan dadurch, daſs er Granitstücke, die keine Wirkung auf den Magnet äuſserten, pulverisirt und mit Kohlenpulver gemengt einem heftigen Feuer aussetzte, wodurch das dem röthlichen Feldspath jener Felsart beigemischte Eisenoxyd reducirt wurde, so daſs nun solche gebrannte Granitstücke den Magnet reizten. Granite mit graulich- und bläulich-weiſsem Feldspath gemengt blieben, auf die gleiche Art behandelt, nach wie vor unempfindlich. Dr. Jordan's Schlüsse werden noch durch die von Wächter angegebenen Thatsachen selbst unterstützt. Denn die Linie, welche beide Pole verbindet, hat ein sehr *ungleiches Streichen*, was offenbar nicht auf eine homogene magnetische Kraft der Steinmasse, sondern auf locale Anziehung der zerstreuten Magnetkörner hindeutet, und diese kann durch das Gestein nur als *actio in distans* wirken, da, wie Wächter selbst bemerkt, auch an den stärksten Stellen *kein Eisenfeilicht haftete*[3].

---

1 G. V. 376.
2 G. XXVI. 256.
3 G. V. 381.

Ob der durch A. v. HUMBOLDT zuerst entdeckte Magnetismus mehrerer Serpentin-Felsen im Baireuthischen auch von eingesprengten Magnetkörnern herrühre, läfst sich vor der Hand noch nicht entscheiden. HARDT will allerdings durch das Vergröfserungsglas auf dem frischen Bruche des Serpentins am *Haidelberg* bei Zelle eine allenthalben zerstreute Menge äufserst feiner metallisch glänzender Puncte wahrgenommen haben, die er geneigt ist für Magneteisenstein zu halten[1]. Da wo der Serpentin in Chloritschiefer überging, fand sich wirklich oktaedrisch krystallisirter Magneteisenstein. Eine Gebirgsart, die am Frankensteiner Schlosse unweit Darmstadt sic hfindet und die ZIMMERMANN[2] für olivengrünen Serpentin mit Hornblende gemischt erklärt, zeigte so starken Magnetismus, dafs ein Stück von nur ¼ ℔ Gewicht schon auf 6 Fufs Distanz die Nadel polarisch afficirte. Als BOUGUER auf seiner Reise in Südamerica seine Route nach dem Compafs aufnahm, fand er denselben auf dem Wege zwischen La Plata und Honda (2 bis 5 Grad nördl. Breite, 3 bis 4 Gr. östl. Länge von Quito) bedeutenden Störungen ausgesetzt. Man durfte nur 5 bis 6 Schritte weit gehn, um die Nadel um mehr als 30 Grade sich verändern zu sehn. Es war dieses die Wirkung einzeln umherliegender Felsblöcke, die, vermuthlich von nahen Vulcanen ausgeworfen, alle Spuren einer starken Erhitzung an sich trugen; sie waren äufserlich schwarz, voll Risse und Spalten, wie geborstener Thon, inwendig weifs und von feinem Korn. Einige waren von bedeutender Gröfse (10 und 20 Fufs in Kanten) und mit 2½ Zoll tief eingegrabenen hieroglyphischen Figuren bedeckt, daher die Einwohner sie *pedras pintadas* (bezeichnete Felsen) nannten[3]. Nicht allzufern von dieser Gegend des neuen Continents fand auch A. v. HUMBOLDT[4] einen *rothen Thonporphyr*, nördlich am Vulcane von *Pasto*, der magnetische Eigenschaften besafs. Da er nur Polarität zeigte, aber keinerlei Anziehung auf Eisen äufserte, so ist sein Magnetismus ebenfalls wohl nur auf Rechnung eingesprengter äufserst feiner Eisentheile, keineswegs aber auf eine

1 G. XLIV. 89.
2 G. XXVIII. 483.
3 BOUGUER fig. d. l. terre. Voy. au Pérou. p. LXXXIII.
4 G. XVI. 461.

besondere Eigenthümlichkeit der Gebirgsart zu setzen. Daſs auch *Basaltfelsen* magnetische Polarität zeigen, ist durch die Beobachtungen des Bergmeisters Schulze in Düren, so wie des Bergraths Reuss in Berlin auſser Zweifel gesetzt. Der erstere fand im Eifelgebirge oben auf der Nürburg (einem basaltischen Konus von 2000 F. Höhe über dem Rhein) zwei kleine Felsen, etwa 3 F. weit aus einander, von 6 F. Höhe die er von ferne für Ruinen gehalten hatte. Der eine war Fuſs lang und 3 F. breit, der andere etwas kürzer, aber breiter. Beide waren geschichtet, auf 12 Stunden eingesenkt, parallel der basaltischen Lagerung, auf welcher sie ruhten. Sie setzten die Nadel in heftige Bewegung; ihre eine Hälfte zog den Nordpol, die andere den Südpol an. Eben dieses entdeckte Reuss an einem schwärzlichen, sehr dunkelgrauen Basaltfelsen in der Herrschaft Schröckenstein im Mittelgebirge der 1800 Fuſs nach allen Seiten abschüssig und oben mit Holz bewachsen war. An der Ostseite seines Fuſses war die Ablenkung 40°, oben 90°. Die Polarität zeigte sich auch an abgeschlagenen Stücken nach Verhältniſs ihrer Gröſse. Eigentlicher Eisenstein war hier nicht vorhanden[1].

Aehnliche Wirkungen wurden schon früh an dem Basaltfels wahrgenommen, auf welchem das *Dumbarton Castle* in Schottland erbaut ist[2]. Seine Polarität ist durch die Beobachtungen von Anderson in Glasgow auſser Zweifel gesetzt und soll sogar jenseit des Clydeflusses noch spürbar seyn. Einen ebenso entschiedenen Magnetismus hat auch Galbraith[3] auf der Höhe von *Arthurs Thron* im schottischen Hochlande beobachtet.

Die Einwirkung der *Küsten* auf die Magnetnadel erfuhr schon Cook auf seiner dritten Reise im J. 1778 zwischen den Südseeinseln und im Nutkasund; ebenso La Peyrouse in der Nähe von Teneriffa[4]. Auch der auf jede eigenthümliche Erscheinung so aufmerksame de Saussure[5] bemerkte auf seiner zweiten Reise auf den Cramont im J. 1778, daſs die westli

1 Schweigger's Jahrb. d. Phys. f. 1830.
2 Buchanan Hist. Scotiae L. XX. Sect. 28.
3 Edinb. New philos. Journ. 1831. p. 287.
4 G. XXXV. 237. XXXII. 81.
5 Voy. dans les Alpes. T. II. p. 291.

davon liegenden Mont-Suc und Mont-Broglia die Boussole um 2 bis 3 Grade ablenkten, obgleich sie wohl eine Stunde weit entfernt waren, und HANSTEEN[1] bestätigt aus eigenen Erfahrungen in den felsigen Gebirgen Norwegens den störenden Einfluſs gröſserer Bergrücken auf die Richtung der magnetischen Kraft. Eben dahin gehört wohl auch die Störung der Compasse, die PARRY auf seiner ersten Reise in der Baffinsbay unweit Iglulik in 69° 34′ nördl. Breite und 81° 18′ westl. Länge erfuhr. Am 1. Aug. 1822 während des Segelns setzten zwei gute Compasse plötzlich von Ost- nach Südwest um, 6 bis 8 Meilen (italienische, 60 auf den Grad) vom nächsten Lande, kamen aber, nachdem man etwa ¼ Meile neben dem Eise gesegelt war, wieder auf die gehörige Richtung zurück. Das Nämliche widerfuhr ihm den 26. August Nachts, wo die Nadel plötzlich um 7 Striche (80 Grade) umsprang, aber nach einer halben Meile sich wieder in Ordnung befand[2].

So ungewiſs es ist, ob die angeführten Felsarten wirklich einen eigenthümlichen Magnetismus besitzen, oder ob er nur das Resultat beigemengter feiner Eisentheile sey, so scheinen *doch* einige *Metalle* wirklich eine eigenthümliche Fähigkeit, magnetisch zu werden, zu besitzen. Hierfür spricht die Autorität ausgezeichneter Chemiker, wie BERGMANN[3] und KLAPROTH[4], nach welchen ganz eisenfreier *Nickel* nicht nur vom Magnet angezogen wird, sondern auch ohne Hülfe des letztern von selbst magnetisch werden kann. Ebenso bestimmte Zeugnisse bestätigen dieses vom regulinischen *Kobalt*[5] aus welchem sogar wie auch aus dem Nikel *Nadeln* gemacht worden sind[6]. Noch andere Metalle sollen nach den

1 G. LXXV. 189.

2 S. Capt. PARRY Voyage cet. 4. p. 297.

3 Opusc. phys. et chem. Vol. II. p. 240.

4 Beiträge z. chemischen Kenntniſs der Mineralkörper. Bd. II. S. 142.

5 Von KOHL, ASICH, und TASSAERT. S. Crell's neueste Entdeck. Th. VII. S. 39. und Ann. de Chim. XXVIII. p. 99.

6 Nämlich von WENZEL. S. J. Mayer's Sammlung phys. Aufs. III. S. 383. Zufolge einer Nachricht des Prof. GÖBEL in Dorpat zeigte auch ein Stück *Platinerz* von der Gröſse einer Wallnuſs zwei magnetische Pole. Der Magnetismus desselben war so stark, daſs eine Näh-

Aeufserungen glaubwürdiger Physiker Magnetismus verrathe und einer der fleifsigsten Erforscher dieses so dunkeln Gegen standes, Brugmanns in Gröningen, hat in einem besonde Werke[1] eine Menge Substanzen namhaft gemacht, die en weder überhaupt, oder doch unter gewissen Umständen Magn tismus verrathen. Seine zahlreichen Versuche zeigen, dafs al Stoffe, denen nur etwas Eisen beigemischt ist, vom Magne gezogen werden. So die gewöhnliche Damm- oder Garten erde, die Thonerde *vor* dem Brennen, alle gefärbte Erd- un Thonarten, als *Ocker*, *Umbra*, rother und selbst weifser *Bo lus*, so wie die weifse Thonerde, aus welcher man die Ta backspfeifen verfertigt; doch bemerkt er, dafs solche Substan zen, je mehr ihre Farbe dem Weifsen sich nähert, desto we niger angezogen werden. Daher sind weifse Kreide, rein Quarzsand, ungefärbte durchsichtige Krystalle nicht im Min desten magnetisch.

Von Edelsteinen sind die durchsichtigen, wie Krystal und der Diamant, ganz unmagnetisch, ebenso auch diejenige gefärbten Arten, welche ihre Farbe im Feuer verlieren; nic minder die meisten Achate. Stärkere Wirkungen zeigt d feuerrothe *Rubin*, der *Hyacinth*, Chrysolith, und besonde der starkgefärbte und polirte Smaragd, stärker noch der Gr nat, der selbst zum Magnete wird.

Die Pflanzen zeigen in ihrem natürlichen Zustande n schwachen Magnetismus; die dichten Holzarten, als Rosenhol Mahagoni, Ebenholz, Eichenholz, werden nur von kräftige Magneten angezogen; dagegen sind die Rinden, als Kork, be sonders die Chinarinde, die Schalen einiger Früchte, eben Torf, stärker magnetisch. Noch sichtbarer wird der Magne tismus der Pflanzen und Erden nach dem Verbrennen derselbe indem durch das Feuer die beigemischten Eisentheile reduci

---

nadel von mittlerer Gröfse davon angezogen und eine Magnetnad aus einer *gewissen* (?) Entfernung in Schwingung versetzt wurde. I der Sammlung des kais. Bergcadettencorps in St. Petersburg, wo sic solche Platinmassen bis zur Gröfse eines Hühnereies vorfinden, so man an mehrern (nicht an allen) Stücken diese Eigenschaft bemerl haben. Jahrb. d. Chem. und Ph. v. Schweigger-Seidel. 1830. XI S. 415.

1 Ant. Brugmann's Beob. über d. Verwandtschaften des Magnet Aus d. Lat. übers. v. C. G. Eschenbach.

werden. Daher wird alle Pflanzenasche angezogen; weiſses Papier, das sonst unmagnetisch ist, Wolle, Seide, folgen dem Magnete, sobald sie in Asche verwandelt sind. Die rothen Ziegelsteine sind ungleich magnetischer, als der Thon, aus dem sie bereitet werden. Eben diese Wirkung des Verbrennens findet auch bei thierischen Substanzen ihre Anwendung, welche ohne dieselbe eine nur schwache Anziehung wahrnehmen lassen.

Brugmanns, dem wir diese Angaben verdanken, hatte sich dazu einer sehr einfachen Methode bedient, indem er nämlich die zu prüfenden Stoffe auf reinem Quecksilber oder in einem Schiffchen auf Wasser schwimmen lieſs und demselben einen mehr oder weniger starken Magnetstab entgegen hielt. Später stellte Coulomb[1] ähnliche Untersuchungen an, indem er die magnetische Anziehung theils durch die Dauer der Schwingungen einer an einem Seidenfaden aufgehängten Magnetnadel, theils vermittelst seiner Drehwaage schätzte. Auch ihm stellte sich eine Menge Substanzen als magnetisch dar[2], so daſs eben diese Allgemeinheit der Wirkung ihn dahin leitete, sie als die Folge weniger beigemischter Eisentheile anzusehn, indem nach einem eigens veranstalteten Versuche die Methode der Schwingungen fähig war, in einer künstlich gemachten Legirung von Silber und Eisen $\frac{1}{133000}$ des letztern Metalls anzugeben[3]. Noch weiter ging Hansteen, indem er durch eben diese Methode darthat, daſs beinahe alle Körper, zumal wenn sie nach senkrechter Richtung ausgedehnt sind, eine vom Erdmagnetismus herrührende Polarität besitzen[4]. Demnach hat Biot gezeigt, daſs eine Nadel von Nickel, welches Thénard aufs Möglichste gereinigt hatte, mit einer ebenso groſsen Stahlnadel verglichen, nachdem beide mit dem nämlichen Magnete bestrichen waren, eine magnetische Kraft äuſserte, die $\frac{1}{3}$ von derjenigen der stählernen war[5]. Wie hätten, wenn Eisentheile die Quelle dieser Wirkung gewesen

---

1 Mém. de l'Institut. 1812. G. LXIV. 395.

2 Ein Verzeichniſs dieser Stoffe, das wir als überflüssig unterdrücken, giebt von Arnim in G. V. 483. u. Biot, Traité de Phys. expér. et mathem. T. III. p. 120.

3 Biot Traité de Phys. T. III. p. 117. G. LXIII. 104.

4 G. LXVIII. 272.

5 Haüy Traité de Phys. T. II. p. 126.

wären, diese der Prüfung des Beobachters entgehn können? Im Grunde ist die Frage, ob es aufser dem Eisen noch ein oder mehrer Stoffe gebe, welche fähig seyen, den Magnetismus sich anzu eignen, ziemlich überflüssig. Hätten wir auch nur die ent fernteste Ahnung von den Ursachen, welche diese Fähigkei im *Eisen* begründen, so müfste es allerdings wichtig seyn, zu erfahren, ob in den andern Stoffen ähnliche oder verschieden Ursachen das Gleiche hervorbringen; so aber verschwindet fü uns ob dem Wunder der ersten Erscheinung jegliche Seltsam keit der zweiten.

Es dürfte hier der Ort seyn, noch den Magnetismus zu erwähnen, den das gewöhnliche Messing zuweilen annimmt um so mehr, da sowohl früher schon CAVALLO[1] die Sach als etwas Seltsames und Unerklärliches darstellte, als auch in neuerer Zeit MUNCKE[2] auf einige Erscheinungen aufmerksam gemacht hat, welche ihm Messingdraht zwischen Magnetstä ben zeigte. CAVALLO stellte neun bestimmte Versuche an aus denen er schlofs, dafs Messing durch Hämmern magne tisch werde. 1) Wurde das Metall bis zum Rothglühn er hitzt, so verschwand der Magnetismus gänzlich; allein schon 2 bis 3 Schläge waren hinreichend, ihn in fühlbarem Mafse wieder aufzuwecken. 2) Um die Berührung mit Eisen (zwi schen Hammer und Ambofs) zu vermeiden, bekleidete CA VALLO den Messingstreif mit Papier, das er des Zerreifsens wegen oft erneuerte; allein mit dem nämlichen Erfolge. 3) Selbst als er zum Schlagen zwei grofse Stücke Feuersteine an wandte, trat eben diese Wirkung ein, wobei die Steine selbst vor- und nachher keine Spur von Magnetismus zeigten. 4) Um zu wissen, ob die antimagnetische Wirkung des Feuers irgend einer Calcinirung beigemischter Eisentheile zuzuschrei ben sey, wurde ein Stück Messing, das durch Hämmern so stark magnetisirt geworden war, dafs es jeden Pol einer Com pafsnadel auf $\frac{1}{4}$ Zoll Distanz anzog, in einem Tiegel mit Koh lenstaub umgeben, etwa 10 Minuten lang einer Cementirhitze ausgesetzt, wodurch jede Verkalkung verhindert werden mufste;

1 In den Philos. Trans. LXXVI. und im vollständigen Auszuge in BARLOW's trefflicher Abhandlung on Magnetism in d. Londner En cyclopaedia Metropolitana p. 761.

2 Poggend. Ann. VI. 361.

allein nach dem Erkalten erschien das Metall wieder ganz unmagnetisch. 5) Ein solches ausgeglühtes Messingstück wurde zwischen zwei nicht gar dünnen Kupferplatten gehämmert und zeigte nach wenigen Schlägen sichtbaren Magnetismus. Man versuchte englisches und ausländisches, altes und neues Messing; einige Stücke wurden durch Hämmern magnetisch, andere gar nicht, ohne dafs das äufsere Ansehn irgend ein unterscheidendes Merkmal darbot. 6) Von solchem unmagnetischen Messing wurde ein Stück auf einem Ambofs, der mit *Crocus Martis* bestreut war, lange und kräftig abgehämmert, so dafs, selbst nachdem es mit einem wollenen Lappen stark abgerieben worden war, das Metall an vielen Stellen röthlich blieb. Allein so wenig der rothe Eisenkalk vorher eine Spur von Magnetismus verrathen hatte, ebenso wenig hatte auch das Messing nur das Geringste von dieser Kraft angenommen. 7) Eben dieser Eisenkalk blieb auch unmagnetisch, als man einen kleinen Theil desselben in eine im Messing eingebohrte Höhlung verschlossen und die Stelle gehämmert hatte. Dagegen zeigte 8) diese Stelle sich wirklich magnetisch, als man das Messingstück ausgeglüht hatte, indem die Glühhitze einen Theil des Kalks reducirt haben mochte. Cavallo schliefst hieraus, dafs, wäre Eisen in seinem Messing vorhanden gewesen, so hätte dieses nach dem Glühn noch mehr Magnetismus als vorher zeigen müssen, was der Beobachtung entgegen ist. Endlich wurde 9) etwas schwarzes Eisenoxyd, das vom Magnete angezogen wurde, in eine ähnliche Höhlung gesperrt. Wie früher vermochte nur die Stelle des Messings, wo der Kalk verborgen lag, einige Anziehung auf die freihängende Nadel zu äufsern, und als das Stück sechs Minuten lang einer Hitze ausgesetzt wurde, die dem Schmelzgrade nahe war und die nothwendig eine vollständige Oxydation hervorbringen mufste (?), so war dessenungeachtet nachher die schwache Anziehung nicht im Geringsten verändert. Cavallo endigt mit dem Schlusse, *dafs jenes Messing kein Eisen enthalten habe und dafs die Eigenschaft, magnetisch zu werden, vom Eisen unabhängig sey.* Noch fügt er die Bemerkung hinzu, dafs Messing, welches durch Hämmern magnetisch wird, diese Fähigkeit auf eine bleibende Art verliere, wenn es durch ein langes oder heftiges Feuer dem Schmelzen nahe gebracht und in seiner Textur verdorben (verbrannt)

worden ist; nach Cavallo ein neuer Beweis, dafs jene Fähigkeit nicht von beigemischtem Eisen, sondern von der Textur des Metalls abhänge.

Wir sind in der Aufzählung dieser Versuche desto genauer gewesen, um durch eine endliche Beleuchtung derselben ihrer fernern Anführung in wissenschaftlichen Werken und zugleich dem Glauben ein Ende zu machen, als ob reines Messing je magnetisch werden könne. Schon der Umstand, dafs es Messing giebt, welches diese Eigenschaft auf keine Weise annimmt, sollte den Beweis liefern, dafs dieselbe nicht zum Wesen dieser Substanz gehöre, und die chemische Analyse würde den englischen Physiker bald belehrt haben, dafs jenes Messing wirklich feine Eisen- oder vielmehr *Stahltheile* enthalten habe. Das Letztere ist namentlich der Fall bei dem Producte aller Messingfabriken, die, entfernt von den Fundorten des Kupfers und Galmeis, den Abgang aus den Werkstätten der Mechaniker und der Nadel- und Uhrfabriken in ihre Schmelzungen aufnehmen. Wer je Messingfeilicht mit dem Magnete untersucht hat, wird sich überzeugt haben, wie man ohne Aufhören die fein zertheilten Partikeln, welche die Feile verlor, herausziehn könne. Durch die Schmelzung werden diese Stahltheile erweicht und unfähig, einen permanenten Magnetismus anzunehmen; erst die Pressung, welche sie durch das *Hämmern* erleiden, mag ihnen diese Eigenschaft verleihn. Das *Ausglühn* hingegen benimmt ihnen diese Härtung aufs Neue, und eben damit ihren Magnetismus, wie dieses Cavallo's Versuche evident beweisen, und der Versuch 4) zeigt offenbar, dafs er irrig einer Oxydation durchs Feuer dasjenige zuschrieb, was blofs der Erweichung der Stahltheile angehörte. Im Gegentheil erhellt aus Versuch 8), dafs die Glühhitze auf das im Messing eingeschlossene Eisen eher reducirend als *oxydirend* wirke; erst bei dem eigentlichen Verbrennen des Messings tritt eine wirkliche Oxydation ein, die denn auch die Eisentheile ergreift und sie unfähig macht, selbst nach dem Hämmern magnetisch zu werden.

Schon Bennet[1] hatte, als er die ungemeine Drehbarkeit

---

1 Philos. Trans. f. 1792. u. übers. in Gren's Journ. d. Phys. VII. p. 372.

der Spinnefäden zur Aufhängung kleiner Magnetnadeln benutzte, das Unrichtige von CAVALLO's Schlüssen dargethan. Er zeigte erst, dafs weiches Eisen durch Hämmern eine bestimmte Polarität erlange, die von der Richtung des Stückes während der Schläge abhängig sey, sodann bereitete er aus Kupfer und reinem Zink ein Stück Messing, das durchaus *keinen* Magnetismus verrieth, welcher jedoch sogleich eintrat, als man der Schmelzung kleine Eisentheile beifügte. Dafs so evidenter Widerlegungen ungeachtet doch in neuern Zeiten der Magnetismus des Messings wieder hervorgerufen wurde, darf um so weniger befremden, da die gründliche und erschöpfende Arbeit LEHMANNS[1], die er schon 25 Jahre vor CAVALLO über diesen Gegenstand geliefert hatte, ganz unbeachtet geblieben war. Aus mehr als 30 Schmelzungen von Galmei und Kupfer ging deutlich hervor, dafs je nach der Reinheit und dem Fundorte des gebrauchten Galmeis die Mischung magnetisch wurde oder indifferent ausfiel. Achtundzwanzig Schmelzungen aus reinem Kupferfeilicht und Eisenfeilicht zeigten je nach dem Verhältnisse der Mischung ungleiche *Spuren* von Magnetismus, und diese verschwanden sogar, als mit 1 Unze Kupfer 15 Gran Eisen verbunden wurden.

Auf der nämlichen Ursache der mechanischen Beimischung von Eisen beruhn auch die Erscheinungen, welche MUSCKE an einer Sorte röthlichen Messingdrahts wahrgenommen hat, nur mit dem Unterschiede, dafs diese durch eine andere Eigenthümlichkeit merkwürdig geworden sind. Dieser Draht zeigte für sich keine Polarität oder Anziehung; wurde er aber an einem Seidenfaden aufgehängt und in den Wirkungskreis zweier starken Magnetstäbe gebracht, so nahm er eine bestimmte Richtung zwischen denselben an. Waren z. B. die freundschaftlichen Pole der Magnetstäbe A und B einander nahe, Fig.
so stellte der Pol b der Nadel sich genau zwischen dieselben; 104.
standen hingegen ihre feindlichen Pole n und n über einander, Fig.
so wich die Nadel von der Richtung der Stäbe um einen 105.
Winkel von 15 bis 30 Grad nach Westen ab[2]. Die Entfernung

1 De cupro et orichalco magnetico. Novi Comm. Petrop. XII. p. 368.

2 Nach SEEBECK ist die Abweichung um so gröfser, je näher

der Nadel ab vom untern Stabe A betrug ¼ bis 2 Zoll. Drähte von reinem Silber, Kupfer und Zink, auch Drähte von einer andern gelblichern Messingsorte bewiesen sich ganz indifferent. Schon MUNCKE hatte durch eine vorläufige chemische Analyse von GMELIN in Heidelberg sich überzeugt, daſs Eisen hier das Hauptagens war, indem sein Messingdraht eine merkbare Menge desselben enthalten hatte. Allein noch evidenter ging dieses aus den Versuchen hervor, welche SEEBECK zur Erläuterung dieses Gegenstandes anstellte. Ein Alliage von Messing und Eisen, das nur 5 Procent des letztern enthielt, zeigte mehr Magnetismus, als jene Messingdrähte von MUNCKE, etwas schwächer wirkte Kupfer mit 3 Procent Eisen; ebenso verhielten sich Alliagen von Zinn und Eisen, Zink und Eisen. Stäbe von reinem Zinn und von reinem Zink blieben unempfindlich, ebenso regulinisches Antimon, wie es im Handel vorkommt; selbst eine Nadel, welche aus 4 Theilen Antimon und 1 Theil Eisen bestand, stellte sicht *nicht* zwischen den Magnetstäben. Dagegen verhielten sich die Legirungen von Zinn oder Zink oder Antimon mit Nickel vollkommen, wie die obigen eisenhaltigen Metalle; nicht so ein Alliage aus 2 Theilen Kupfer mit 1 Theil Nickel. Drähte vom Capellensilber, welche 1 Procent Kupfer, Eisen, Blei und Zinn, doch des Kupfers am meisten enthielten, nahmen dieselbe schräge Stellung gegen die Magnetstäbe an, wie die eisenhaltigen Messingdrähte. Aus Hornsilber reducirtes reines Silber war völlig indifferent. Nicht nur die Eisen und Nickel enthaltenden Legirungen, sondern auch reines Eisen nimmt die von MUNCKE entdeckte schräge Stellung über den Magnetstäben an, wenn es in zertheiltem Zustande sich befindet. Eisenfeilspäne mit Wachs verbunden, oder auch nur in einer Glasröhre eingeschlossen, stellten sich zwischen den ungleichnamigen Polen der Magnetstäbe genau in die Axe derselben, zwischen den gleichnamigen hingegen kamen sie nur unter einem gewissen Abweichungswinkel zur Ruhe; eben diese Stellung erhielten sie auch, wenn sie ganz oder theilweise über einem einzigen Magnetstabe schwebten. Gleiche Richtungen nahmen auch Papiere oder Glasstreifen an, auf welchen sich *kurze Stücke* Eisendraht quer übergelegt be-

---

sich die Stäbe und je breiter und kräftiger sie sind. Pogg. Ann. X. 203.

fanden, Ringe von Eisen und um runde Holzstäbe spiralförmig gewundener Eisendraht, runde neben einander geschichtete Scheiben von verzinntem Eisenblech, wenn sie durch Papierscheiben getrennt sind.

Ganz anders verhalten sich volle, gerade Stäbe aus Eisen oder Nickel. Ueber einem einfachen Stabe stellen sie sich jederzeit in die Axe desselben. Zwischen den ungleichnamigen Polen zweier Stäbe werden sie entweder indifferent, oder folgen der Richtung des stärkern; niemals nehmen sie zwischen gleichnamigen Polen jene Ausweichung an, die diesen zerstreuten Magnetismus charakterisirt und eigentlich eine Folge des unten näher zu bestimmenden *Transversal-Magnetismus* ist.

II. Künstliche Magnete.

Unter dieser Benennung wird ein stählerner Stab im Zustande einer gröſsern oder geringern Härtung verstanden, der durch Berühren oder Bestreichen mit einem andern natürlichen *oder ebenfalls* künstlichen Magnete oder auch durch andere später zu beschreibende Manipulationen die dauerhafte Fähigkeit erhalten hat, das Eisen anzuziehn, überhaupt alle diejenigen Wirkungen zu leisten, welche dem natürlichen Magnete zukommen. Schon die ersten Versuche muſsten darauf leiten, daſs das Eisen, welches man mit einem Magnete in Berührung brachte, nicht nur von diesem angezogen wurde, sondern auch selbst in mehr oder minderem Maſse die Eigenschaft erhielt, anderes Eisen anzuziehn. Man bemerkte die ungleiche Empfänglichkeit des Eisens für den Magnetismus je nach dem Grade seiner Reinheit und fand, daſs das reinste, dehnbarste, weichste Eisen am meisten, hartes, poröses, schlackiges Eisen weniger angezogen wurde. Weniger wurde der Unterschied herausgehoben, den der *Stahl* in dieser Hinsicht darbietet, doch erwähnt schon Gilbert, zu dessen Zeit die Stahlbereitung noch das eigenthümliche Geheimniſs einzelner Fabriken war [1], daſs dieses reinere und bedeutend kostbarere Eisen seiner Reinheit wegen mit dem

1 Man glaubte damals unter anderm, daſs das Wasser, in welches der Stahl öfters eingetaucht wurde, an einigen Orten eine be-

Magnete besser übereinstimme, seine Kraft schneller in sich aufnehme und länger frisch erhalte, überhaupt zu allen magnetischen Versuchen äufserst bequem sey. Diese Verwechslung von Eisen und Stahl hat sich auch in spätern und selbst bis in die neuern Zeiten fortgesetzt, bis die genauern Untersuchungen über den Magnetismus der Erde diesen Unterschied bemerkbarer machten, indem sie zeigten, dafs das reine Eisen den Magnetismus nur fortleite, ohne ihn sich anzueignen, und dafs nur der *gehärtete Stahl* ein wahrer Träger des Magnetismus werden könne.

Die Erfindung der *künstlichen Magnete* als Stellvertreter der natürlichen (das Magnetisiren von Nadeln zum Gebrauche als Boussolen war schon früher bekannt) wird wohl nicht unrichtig dem Engländer Servington Savery zugeschrieben, der im J. 1730 seine Methode vollständig bekannt machte[1]. Doch soll schon Galilaei in seiner Jugend nach dem Zeugnisse seines Schülers Castelli sich mit der Verfertigung künstlicher Magnete beschäftigt und einen Magnet zu Stande gebracht haben, der nur 6 Unzen wog und 15 ℔ trug[2].

Merkwürdig ist dabei, dafs auch die ersten künstlichen Magnete ganz durch das nämliche Mittel zu Stande gebracht wurden, das hundert Jahre später von Scoresby[3] mit ebenso gutem Erfolg benutzt wurde: nämlich durch den *Magnetismus der Erde*. Schon Grimaldi hatte in der Mitte des 16ten Jahrhunderts diese Wirksamkeit desselben erkannt[4] und die magnetische Kraft eiserner Kreuze auf verschiedenen Kirchthürmen war keineswegs verborgen geblieben[5]. Als um das

sondere Kraft besitze. Berühmt waren in dieser Hinsicht Como in Italien, Taraçon in Spanien.

1 Philos. Trans. Nr. 414. und Abridgment. Vol. VI. p. 260.

2 Von Moll. Bibl. Univ. 1830.

3 On the Northern Whalefishery. Uebers. von Kries. S. 75.

4 In s. Optik. prop. 51.

5 Gassendi nahm dieses 1630 am Kreuze des Kirchthurms zu Aix in der Provence wahr. Nach Gilbert soll die erste Entdeckung auf d. Thurme der Augustinerkirche in Mantua gemacht worden seyn. Andere schreiben sie einem gewissen Julius César, einem Chirurgen zu Rimini zu, der 1590 eine Eisenstange, die am Thurme der dortigen Augustinerkirche zur Unterstützung des Mauerwerks angebracht war, magnetisch fand. Pouillet Phys. I. p. 486.

Jahr 1722 das eiserne Kreuz, das ein paar hundert Jahre lang die Spitze des Kirchthurms zu Delft geziert hatte, zur Reparatur heruntergenommen wurde, liefs der berühmte Loewenhoeck, wie er sagt, auf das Anrathen eines Fremden, von einem Arbeiter ein Stück jenes Kreuzes, etwa eine Spanne lang, sich bringen; es zeigte aber auf die Compafsnadel keine Wirkung. Erst später brachte ihm der nämliche Arbeiter einige verrostete Stücke vom Fufse der Helmstange, die mehr Anziehungskraft hatten, als die beiden natürlichen Magnete, die Loewenhoeck besafs; diese Stücke waren aber auch, bemerkt er, so hart, dafs keine Feile sie angriff. Vielleicht war es diese Beobachtung, die ein Jahr später einen Neffen von ihm, Arnould Marcel, auf die Idee brachte, Stahlstäbe dadurch magnetisch zu machen, dafs er sie, auf einen 90 ℔ schweren Ambofs gelegt, mit dem untern abgerundeten und polirten Ende einer 33 Zoll langen, einen Zoll dicken, vertical gehaltenen Eisenstange mit starkem Drucke wiederholt von Nord nach Süden bestrich[1]. Doch verschaffte er sich auf diesem Wege nur einige kleine Magnete, ohne die *Sache weiter* auszudehnen. Schon am Ende des siebzehnten Jahrhunderts hatte man die wechselnde Polarität des Eisens erkannt, ohne die Sache weiter auszudehnen. Man wufste bereits, dafs eine vertical gehaltene Eisenstange an ihrem untern Ende Nordpolarität erhalte, ja sogar, dafs diese Magnetisirung augenblicklich sey und mit jeder Umkehrung sich in dem Eisen wieder neu bilde. Allein erst Clairaut machte im J. 1723 auf die Verschiedenheit zwischen Eisen und hartem Stahl in Beziehung auf Annahme und Dauerhaftigkeit des Magnetismus aufmerksam[2]. Er bemühte sich, noch andere Quellen des Magnetismus aufzufinden, und wies namentlich auf eine bekannte Erfahrung der Stahlarbeiter hin, nach welcher die stählernen Werkzeuge, Meifsel, Feilen u. s. w., mit welchen man das Eisen *kalt* bearbeite, dadurch magnetisch werden. Indem er Rohault's Meinung, als hätte die Operation des Härtens und Ablöschens im Wasser an jener Magnetisirung Antheil, durch directe Versuche widerlegte, suchte er

1 Philos. Trans. p. 423. oder Année 1732. p. 92. D. Uebers. v. Brémond.

2 Mém. de l'Acad. 1723. p. 81.

mit Zuziehung eines nicht immer klaren Räsonnements über die Circulation der magnetischen Wirbel im Eisen zu zeigen, daſs hauptsächlich die Zusammendrückung des Eisens an dieser Entwickelung des Magnetismus Schuld habe, und lehrte weitläuftig, wie man durch Schlagen (gleichviel in welcher Richtung), durch Biegen und Winden des Eisens denselben hervorbringen könne[1]. Auffallender Weise aber erwähnt er des *Streichens* mit keinem Worte, obgleich schon Gilbert[2] durch Streichen mit einem Magnetsteine das Eisen magnetisch gemacht hatte.

Savery, der, wie er sagt, schon seit den Schuljahren mit dem Magnetisiren von horizontalen Nadeln sich abgegeben hatte, war ebenfalls mit dem Magnetismus der eisernen Gittersprossen seiner Fenster bekannt geworden. Doch versuchte er es erst mit einem schwachen Magnetsteine, der nur 433 Gran zog, mehrere Stücke Stahldraht, den er gehärtet und polirt hatte, durch *Streichen* zu magnetisiren. Diese band er dann eilig in ein sechseckiges Bündel zusammen und versah sie mit einem hervorragenden Stücke Eisen als Armirung. Dadurch erhielt er einen künstlichen Magnet, der den natürlichen an Stärke übertraf. Nun bereitete er neue Stahlstäbe, setzte beide Magnete, den natürlichen und den künstlichen, auf die Mitte derselben und fuhr dann mit denselben divergirend nach den Enden des Stabes hin. Also eine Magnetisirung durch den *Doppelstrich*. Diese Stäbe, ebenfalls vereinigt, bildeten einen zweiten künstlichen Magnet, der für sich allein 1125 Gran und mit dem erstern verbunden 5760 oder 1 ℔ trug, obgleich die Stahlstücke nicht völlig 3 Zoll Länge hatten. Auf ähnlichem Wege verfertigte er nachher Magnete aus Stahlbündeln von 12 und 16 Zoll Länge. Savery verfertigte auch Magnete ohne Beihülfe eines andern Magnets, als (wie er sich ausdrückt) desjenigen, der im Centrum der Erde sich befindet.

Im Jahre 1750 brachten Michell[3] und Canton[4] ihre

1 Ebendieses behauptete schon früher ein gewisser J. C. in den Philos. Trans. f. 1694.

2 De Magnete. L. III. c. 3. p. 124. Ed. in 4.

3 Treatise on artificial Magnets. Lond. 1750. 8.

4 Philos. Trans. Vol. XLVII. p. 31. übers. im Hamb. Mag. VIII. 339.

Methoden zur Verfertigung künstlicher Magnete zu Tage, bei welchen ebenfalls der Erdmagnetismus das Erregungsmittel war und das *Streichen* in Verbindung mit gröſsern oder kleinern Eisenmassen angewandt wurde; auch lehrten sie die nahe gleichzeitig von Le Maire, Duhamel [1] und später von Antheaulme [2] angegebene Methode, *die Magnete durch sich selbst zu verstärken*, indem man jeden einzelnen Stab durch die vereinte Kraft aller übrigen magnetisirte. Allein schon im J. 1746 hatte Dr. Gowin Knight [3] der königl. Societät zu London zwei 15 Zoll lange Magnetstäbe von ganz besonderer Stärke vorgelegt, die er ohne Zuthun eines Magnets verfertigt hatte. Er weigerte sich jedoch, das Geheimniſs anzugeben, wenn man ihm auch, wie er sich ausdrückte, so viel Guineen dafür geben würde, als er selbst zu tragen vermöchte. Später brachte er eine Art *magnetisches Magazin* zu Stande, das alle frühern und spätern Apparate übertraf und mit welchem er die Pole der kräftigsten natürlichen oder künstlichen Magnete beinahe augenblicklich umwendete oder auch ihre Tragkraft bis zum Maximum verstärkte [4]. Es bestand aus zwei *groſsen* Parallelepipeden, deren jedes 500 ℔ wog und *240 stark* magnetisirte Stahlstäbe von circa 5 Fuſs Länge enthielt, die in vier Abtheilungen, zu 60 Stäben, geordnet waren. Diese 60 Stäbe lagen mit den gleichnamigen Polen an einander. Die Abtheilungen selbst aber berührten sich mit den ungleichnamigen. Jedes Parallelepipedon lag auf einem 6 Fuſs langen hölzernen Brete, das von einem massiven Halbkreise von 2¼ Fuſs Radius unterstützt war. Im Centrum dieses Halbkreises befanden sich zwei Zapfen, die auf 3 Fuſs hohen, verticalen Pfosten lagerten, so daſs man das Ganze unter einem beliebigen Winkel neigen konnte. Der untere Theil des Gestelles ruhte auf vier Rollen. Die Schwierigkeit, so groſsen Stahlstangen die nöthige Härte zu geben, machte, daſs die Maschine nach einiger Zeit von ihrer Kraft einen guten Theil verlor. Sie wurde von Knight's Erben, Fo-

1 Mém. de l'Acad. 1745.

2 Mémoire sur les aimans artificiels. Par. 1760. 4. und Lalande in d. Mém. de l'Acad. 1761.

3 Philos. Trans. Nr. 474, 484.

4 S. die Beschreibung von Fothergill in d. Philos. Trans. Vol. LXVI. 1776. p. 591.

THERGILL, der Königl. Societät zum Geschenk gemacht; der eine Theil war inzwischen dem Dr. MAGELLAN zum Behuf einiger Versuche nach Hause überlassen worden, wo er durch eine Feuersbrunst gröſstentheils zerstört wurde. MAGELLAN suchte ihn zwar wieder herzustellen; allein er scheint nicht vermögend gewesen zu seyn, ihn wieder auf das Maximum seiner Kraft zu bringen.

Dr. KNIGHT verfertigte auch künstliche Magnete, als Nachahmung der natürlichen, aus einer Paste, die nach WILSON's Bericht[1] aus feinem Eisenfeilicht oder wohl eher aus fein zertheiltem Stahl bestand, welche, durch Leinöl verbunden, zu einer festen Masse ertrocknete, der man jede beliebige Gestalt geben konnte. Nach INGENHOUSS[2] bestand sie aus pulverisirtem Magnet, Kohlenstaub und Leinöl. Der Letztere brachte auch biegsame Magnete zuwege, indem er den Magnetstaub durch Wachs verband. Diese fand er eines stärkern Magnetismus fähig, als die aus Eisenfeilicht gebildeten.

In Frankreich hatte vornehmlich der Abbé LE NOBLE[3] sich mit Verfertigung starker Magnete beschäftigt; sie waren hufeisenförmig und aus mehrern Stäben zusammengesetzt. Einer derselben, der mit seinen Klammern 6 ℔ wog, trug fortwährend 90 ℔. Bei 100 ℔ riſs der Anker ab und dann vermochte der Magnet nur noch 38 ℔ zu tragen, bis er durch allmäliges Beschweren mit der Zeit wieder stärker wurde; doch war es unmöglich, ihn wieder zu seiner vorigen Kraft zu bringen. Ein zweiter von 16 bis 17 ℔ trug 195 Pfunde; die Last trennte sich bei 200 ℔ und dann trug er nur noch etwa 75 ℔. Der dritte, 15 ℔ schwer, trug einen Mann mit vielem Zugewicht und selbst lebhafte Bewegungen vermochten keine Trennung zu bewirken. Nicht weniger starke Magnete soll auch TRULLARD verfertigt haben. In Deutschland brachte sie Dr. KEIL auf 250 ℔ und ein sechspfündiger Magnet von ihm trug 71 ℔. COULOMB's Magnete zogen 100 ℔ bei 20 ℔ eignem Gewicht. Ein Magnet, den Dr. PEALE in America besitzt, hebt 310 ℔ bei 53 ℔ eigner Masse. Die

1 Philos. Trans. Vol. LXIX. for 1778. Nr. 5.
2 INGENHOUSS vermischte Schriften. Th. I. S. 402.
3 Journ. des Savans. 1772. Juin. p. 54. Ed. d'Amsterdam.

Arbeiten von Duhamel, Aepinus, Euler, Fuss und Coulomb waren eigentlich mehr auf Verbesserung des Verfahrens zur Magnetisirung, als auf die Verfertigung grofser Magnete gerichtet. Seit geraumer Zeit ist dieses Geschäft aus den Händen der Physiker an herumreisende Künstler übergegangen; die Kunstgriffe und Vortheile, die diese darin erlangt haben mögen, können jedoch der Wissenschaft keineswegs zu gute kommen, da ihre Beförderung mit dem Interesse solcher Personen im Widerspruche steht.

Eine ganz *eigenthümliche Art künstlicher Magnete* von der stärksten Gattung bot uns in neuester Zeit der *Strom der Volta'schen Kette* dar. Soviel auch seit 1820 im Elektromagnetismus gearbeitet, so mannigfach abgeänderte Versuche darüber angestellt worden sind, so blieb doch eins der erstaunenswürdigsten Experimente nicht nur lange verborgen, sondern auch, nachdem es bereits erfunden war, von den Physikern mehrere Jahre unbeachtet. Bereits im J. 1826 hatte Brewster im Edinburgh Philosophical Journal den dazu gehörigen Apparat in Beschreibung und Zeichnung angegeben, und ebenso wurde derselbe auch in den Transactions of the Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce Vol. XLIII. p. 37. in einer schönen Reihe elektromagnetischer Versuche von Sturgeon in Woolwich aufgeführt. Er scheint jedoch zuerst im J. 1830 durch Pfaff in Kiel, der ihn in London bei Watkins, dem Aufseher des physikalischen Cabinets der Londner Universität, gesehn hatte, den Physikern des Festlandes bekannt geworden zu seyn. Um die nämliche Zeit (im Juli 1830) hatte auch Prof. G. von Moll in Utrecht[1], dessen Scharfsinne bei einer Besichtigung jener Sammlung im J. 1828 das Merkwürdige dieses Versuchs ebenso wenig entgangen war, die Aufmerksamkeit der französischen und englischen Physiker darauf hingeleitet. Beide hatten den Versuch mehr ins Grofse getrieben, und von Moll brachte auf diese Weise einen Magnet zuwege, der 154 ℔ trug. Sein erster Apparat bestand in Folgendem.

Ein Stück cylindrisches Stangeneisen wurde in die Gestalt eines Hufeisens umgebogen. Seine Länge hielt $8\frac{1}{2}$ Zoll,

1 Bibl. Univers. XLV. 1830. p. 19. und Brewster's Edinb. Journ. of Science Nr. VI. p. 210.

der Durchmesser 1 Zoll. Um dieses Eisen wurde ein Kupf
draht von ⅛ Zoll Dicke links umgewunden, so daſs er 80 U
läufe bildete. Seine Enden tauchten in zwei Schälchen
Quecksilber, die mit den Leitungsdrähten eines Volta'sc
Apparats in Verbindung standen. Es war ein einfacher K
pfertrog, bei welchem die wirksame Zinkoberfläche 11 e
Quadratfuſs hielt. Im Augenblicke, als die erregende Flüs
keit von $\frac{1}{60}$ Schwefelsäure mit Wasser zugegossen wurde, t
dieser Magnet 50 Pfunde, die durch vorsichtiges Zulegen b
auf 76 ℔ gebracht wurden. Sein Nordpol befand sich
demjenigen Schenkel, wo das umgebende Drahtende mit
vom Kupfer ausgehenden Leitung in Verbindung stand.
wie die Leitung unterbrochen wurde, fiel das Gewicht
dennoch vermochte der Magnet ein geringeres Gewicht, z
20 ℔, noch eine Zeit lang zu tragen. Wurden die Verbindu
drähte umgewechselt, so waren auch im Moment die Pole
Magnets umgesetzt, und die Anziehung erfolgte mit der v
gen Gewalt, und so schnell, daſs man, das Gewicht in
Hand haltend, einen lebhaften Ruck empfand. War statt
nes eisernen Trägers eine Stahlnadel angehängt, so kon
bequem die Pole umgewendet werden, ohne daſs die N
herunterfiel; ein Beweis, daſs die magnetische Kraft im
eisen sich nicht augenblicklich verlor. Wird dieser Ma
überladen, so daſs der Träger abreiſst, so findet das Näml
statt, was auch bei gewöhnlichen Magneten erfolgt, es
darf einiger Zeit, ehe die vorige Kraft sich wieder einstel

So schnell auch dieser Magnet seine Kraft empfängt
verliert, so vermag er doch Stahlstäben, die an seinen En
gerieben werden, einen bleibenden und starken Magnetis
zu ertheilen und ihre Pole schnell umzukehren. Ein stä
ner Magnet von 8½ Zoll Höhe und 8 ℔ Gewicht, der 3
trug, wurde mit Draht umwunden, ohne an Kraft zu gew
nen; dagegen genügt es, ein unmagnetisches stählernes
eisen statt des Trägers mit seinen Enden an das elektroma
tische Eisen eine Zeit lang anzuhängen und so den magn
schen Strom durch dasselbe durchflieſsen zu machen, um i
eine bedeutende Anziehungskraft mitzutheilen. Ein Hufei
von Messing mit Kupfer- oder Eisendraht umwunden ze
gar keine Wirkung. Die Stärke eines solchen elektrodyna
schen Magnets hängt nicht allein von der Gröſse des elek

hen Apparats, sondern von einem schicklichen Verhältnisse er übrigen Theile, der Gröfse des Hufeisens, der Dicke des ewundenen Drahts, der Zahl der Windungen ab. Mit *dün-n* Drähten brachte Pfaff nur eine geringe Wirkung hervor, id als von Moll seine Batterie von 11 Quadratfufs auf 17 ermehrte, nahm die Tragkraft keineswegs zu.

Das krummgebogene Eisen wurde mit Seide umlegt und it einem Eisendraht von $\frac{1}{16}$ Zoll Dicke umwunden; es wog ℔, mit dem Träger 7¼ ℔ und trug 86 ℔. Ermuthigt durch ese Versuche verschaffte sich von Moll ein Hufeisen von 2½ Zoll engl. Höhe und 2¼ Zoll Eisendicke, das mit dem räger von 4 ℔ zusammen 30 ℔ wog. Mit 43 Gängen eines echts gewundenen Messingdrahts von ¼ Zoll Dicke umwickelt ug es, durch den Apparat von 11 Quadratfufs geladen, 135 ', und als es später mit Seide bekleidet und von einem Ei-endraht umzogen wurde, sogar 154 ℔.

Als Concurrenten des Prof. v. Moll in diesen Versuchen, owohl in Beziehung auf die Gröfse der magnetischen Wir-kung, als die Zeit ihrer Bekanntmachung, erscheinen in Ame-ica *Joseph Henry* und Dr. Ten Eyck, Mitglieder der Al-any Academie[1]. Ihre Versuche sind besonders dadurch merk-würdig, dafs sie, mit einem sehr kleinen Apparate angestellt, on der Vermehrung der elektrischen Kraft durch die Multi-lication ihrer Berührungen nach Schweigger's Idee einen rstaunenswürdigen Beweis liefern. Der Magnet war eine Fig. tange weichen Eisens, 20 Zoll lang und 2 Zoll ins Gevierte, 105. a ein Hufeisen von 9½ Zoll Höhe umgebogen; die scharfen Kanten desselben wurden mit dem Hammer ein wenig abge-undet und so wog es 21 ℔ (*avoir du poids*). Ein Stück er nämlichen Stange, 7 ℔ schwer, wurde an einer Fläche lan gefeilt und die Enden des Hufeisens auf demselben ab-eschliffen. Um diesen Körper wurden 540 Fufs Kupferdraht sogenannter Glockendraht von 0,045 Zoll Dicke) umgewun-den, und zwar so, dafs er 9 getrennte Abtheilungen bildete, indem je 60 F. auf eine Stelle von ein paar Zollen Länge

1 S. Sillimann's American Journ. of Science and Arts. Vol. XIX. p. 400. Henry behauptet schon im März 1829, dem Albany Institut einen Hufeisen-Magnet vorgezeigt zu haben, der mit 35 F. Draht in 400 Windungen umgeben war und grofse Stärke besafs.

hin und her und übereinander gehend aufgewickelt wurd
die Drahtenden dieser Abtheilungen standen frei heraus,
dafs man nach Belieben 60, 120, 180 u. s. w. Fuſs mit d
Volta'schen Apparate verbinden konnte, indem man z. B. d
Anfang der zweiten Windung mit dem Ende der ersten, d
Anfang der dritten mit dem Ausgang der zweiten verb
Diese Verbindung geschah durch wirkliches *Zusammenlöt*
(*soldering*) ohne Anwendung von Quecksilber. Das Ga
wurde in ein starkes hölzernes Gestelle von 4 Fuſs Höhe u
1½ Fuſs Breite aufgehängt und unter dem Träger eine Eis
stange als Hebel zweiter Art angebracht, in welchem ein La
gewicht wie an einer Schnellwaage die zunehmenden Belast
gen anzeigte.

Der elektrische Apparat bestand aus einem einzigen Pl
tenpaare, nämlich aus einem Doppelcylinder von Kupfer,
welchem ein Zinkcylinder eingesenkt werden konnte; die w
kende Oberfläche hielt ⅖ Quadratfuſs und bedurfte etwa ei
halben Pinte verdünnter Säure. Mit diesem geringen Eleme
ergaben sich folgende Wirkungen.

1) Eine einzige Windungsabtheilung mit der Batterie
Verbindung gesetzt gab dem Hufeisen nur ebenso
Kraft, als hinreichte, den Träger zu heben, also 7 ℔. M
dem einen oder andern Ende des Magnets war das Resul
das nämliche.

2) Zwei Windungen zunächst an der Biegung oder d
Scheitel des Hufeisens mit dem Apparate verbunden erhol
sogleich die Anziehung auf 145 ℔.

3) Die zwei äuſsersten Abtheilungen an beiden Enden d
Magnets gaben 200 ℔.

4) Eben diese, nebst einer Abtheilung von der Mitte d
Biegung, also drei Windungen hoben 300 ℔.

5) Vier Windungen, je zwei von den Enden des M
gnets, brachten die Kraft auf 500 ℔. Wenn man das Kupf
gefäſs mit der Säure herabzog, so daſs der Zinkcylinder en
blöſst wurde, trug der Magnet noch einige Minuten la
130 ℔.

6) Sechs Drähte gaben eine Kraft von 570 ℔ und we

7) alle Drähte (9 an der Zahl) verbunden wurden, so w
das Maximum der Wirkung 650 ℔ mit einer Batterie, die ni
einmal einen halben Quadratfuſs betrug.

8) Eine andere Batterie mit einer Zinkplatte von 12 Zoll Länge und 6 Zoll Breite, auf beiden Seiten mit Kupfer umgeben, (also 1 Quadratfuſs wirkende Fläche) brachte die Anziehung auf 750 ℔, und dieses war wohl das Höchste, was mit diesem Magnete zu erreichen stand, denn eine Batterie von 28 Plattenpaaren, jede Tafel von 8 Quadratzoll Fläche, blieb unter dieser Wirkung.

9) Um die Wirkung zu erfahren, die ein sehr kleines Volta'sches Element auf eine so groſse Eisenmasse haben würde, wurden die sämmtlichen Drähte mit einem Plattenpaare verbunden, das nur 1 Quadratzoll groſs war. Der Magnet zog 85 ℔.

10) Das nämliche Hufeisen mit 6 Windungsabtheilungen, jede von 30 F. Länge versehn, trug in Verbindung mit dem cylindrischen Apparate 375 ℔.

11) Eben diese Drähte auf 3 Abtheilungen von 60 Fuſs jede verlegt hoben nur 290 ℔; sehr übereinstimmend mit dem vierten Versuche, obgleich hier nicht die nämlichen Drähte gebraucht wurden. Zugleich erhellt, daſs 6 kurze Drähte mehr wirken, als 3 von der doppelten Länge.

12) Die 2 Windungen des dritten Versuchs in eine einzige von 120 F. umgelegt gaben nur 60 ℔ Anziehung statt 200 ℔, wie in Nr. 3; eine auffallende Bestätigung des vorigen Resultats.

13) Mit eben diesen Windungen erhielt man 110 ℔, wenn man sie mit einer Batterie von 2 Plattenpaaren, deren Gesammtfläche derjenigen des cylindrischen Apparats vollkommen gleich war, in Verbindung brachte; ein Beweis, daſs die Vermehrung der Volta'schen Elemente der Elektricität eine gröſsere Wurfkraft (*projectile force*) ertheilt, wodurch sie fähig wird, eine gröſsere Drahtlänge ohne Schwächung zu durchlaufen.

Noch mag hier eines Umstands Erwähnung geschehn, der zwar bei allen Magneten bemerkbar, doch hier in ganz auſserordentlichem Maſse hervortrat, nämlich der Verschiedenheit der Anziehung, wenn der Träger nur mit einem oder wenn er mit den beiden Enden des Hufeisens in Verbindung stand, also der magnetische Kreislauf abgebrochen oder aber vollständig war. Im erstern Falle vermochte der Magnet bei voller Wirkung aller Elemente nur 5 bis 6 ℔ zu ziehn (doch

ohne je den Träger von 7 ℔ fallen zu lassen), während er zweiten mehr als 700 ℔ hob.

Noch auffallender als bei dem grofsen Magnete ze sich die Wirkung der Drahtumwindungen bei kleinen Eis stäben; ein Beispiel mag hier genügen; ein Eisendraht $\frac{8}{100}$ Zoll Durchmesser, 1 Zoll lang, zu einem Hufeisen u gebogen, etwas glatt geschlagen und mit 3 Fufs Messingd von $\frac{1}{80}$ Zoll Dicke umwunden, 6 Gran schwer, zog mit e Plattenpaar von 1 Quadratzoll 2 Unzen 15 Dwt. 1 Gr. o 1321 Gran Troygewicht; mit 4 solcher Platten 3 Unz. 17 D 10 Gr. oder 2338 Gran, und mit dem cylindrischen Elem 5 Unz. 5 Dwt. 4 Gr., oder 2524, d. h. 421mal sein eig Gewicht. Der oben angeführte kleine natürliche Magnet, Sir J. Newton besafs, trug nur das 250fache.

III. Magnetische Erscheinungen im Allgemeinen.

1) Anziehung überhaupt.

Die auffallendste Aeufserung des Magnetismus beste wie wir so eben gesehn haben, in der oft bedeutenden Kr mit welcher Eisen und eisenhaltige Stoffe vom Magnete an zogen und festgehalten werden. Es ist aber diese Wirku nicht ein blofses Ankleben dieser Körper, eine Adhärenz, diejenige, die etwa zwischen genau auf einander passen glatten Flächen durch Dazwischenkunft von Wasser, L Quecksilber, Fett oder auch durch völlige Entfernung e solchen Zwischenmittels hervorgebracht wird, sondern es die sichtbare Folge einer Kraft, die beide Körper zu ver den strebt, selbst wenn sie noch nicht zur Berührung geko men sind.

2) Anziehung in die Ferne.

Diese ist bei starken Magneten in entscheidendem Gr fühlbar, indem sie nach Musschenbroek[1] bis auf 10 und Fufs geht, und sie giebt auch bei schwächern noch auf gro Entfernungen sich zu erkennen, wenn der angezogene Kör

1 Dissert. de Magnete. p. 27. 28. 115.

leicht und sehr beweglich ist. Man pflegt zu dem Ende solche leichtere Körper in einem Schiffchen aus dünnem Kupfer oder Papier auf Wasser oder auch auf Quecksilber zu setzen, wobei man jedoch Sorge tragen mufs, dafs das letztere rein von Staub und Fett oder jenem Oxyd sey, das sich leicht als dünne Haut über dasselbe legt. In welchem Verhältnisse die Anziehung in die Ferne zu der festhaltenden Kraft stehe, ist noch nicht durch Versuche ausgemittelt; doch ist es natürlich anzunehmen, dafs sie mit der Stärke des Magnets selbst wachse, und schon Hartsoeker bemerkt, dafs drei oder vier Magnete vereint einen ausgedehntern Wirkungskreis haben, als einer allein. Auf jeden Fall ist sie eine höchst auffallende und mit Ausnahme der erst spät entdeckten elektrischen Anziehungen an keinem andern Körper bemerkte Erscheinung, und es dürfte in Frage kommen, ob ohne diesen Fingerzeig der Natur der menschliche Geist sobald zu jener fruchtbaren Hypothese der allgemeinen Attraction sich erhoben hätte, durch welche die Astronomie so erhabene Resultate sich errungen hat.

3) Die magnetische Kraft durchdringt alle Körper.

Eine dritte auffallende Eigenthümlichkeit der magnetischen Kraft liegt in ihrer Fähigkeit, *feste und flüssige Körper zu durchdringen*. Wir sehn die Lichtstrahlen durch dunkle Körper aufgehalten, die Schallwellen nur durch solche Stoffe fortgepflanzt, die mindestens einige Elasticität besitzen, und die Wirkungen des elektrischen Fluidums durch die meisten Substanzen abgeschnitten. Riechende Ausdünstungen werden durch alle nicht offenbar poröse Gefäfse gesperrt und auch die Wärme arbeitet sich nur allmälig und nicht ohne merkliche Schwächung durch eine ihrer Strahlung entgegengestellte Scheidewand hindurch. Anders die magnetische Kraft. Sie durchdringt Holz, Steine, Metalle, Glas, Flüssigkeiten mit augenblicklicher und ungeschwächter Wirkung. Das bemerkten schon Gilbert[1], Kircher[2], Schott[3], Gassendi[4] und die floren-

1 De Magnete. L. II. c. 16.
2 Magia naturalis. L. I. prop. 2. Theor. 7.
3 Ars magnetica. c. 3. §. 1. p. 245.
4 Lib. X. Diog. Laert. p. 197.

ṫiner Physiker[1]. Musschenbroek[2], der die Anziehung dur angehängte Gewichte an einer Waage maſs, überzeugte sic durch viele Versuche, daſs die magnetische Kraft durch brei Tafeln von 1¼ Zoll Dicke aus Blei, Zinn oder Kupfer unge schwächt hindurch ging, ebenso wenig wurde sie von silbe nen oder goldenen Münzen unterbrochen; sogar eine Bleimas von 1 Fuſs Dicke hielt die Wirkung eines starken Magne nicht im mindesten auf. Um sich zu versichern, daſs da magnetische Agens nicht etwa die Ränder der zwischengeleg ten Flächen umgehe, schloſs er einen Magnet in dicht ver löthete Kapseln von Blei, Zinn und von Kupfer ein und fan in Abständen von 1 bis 12 Linien für alle drei Metalle nich nur die nämlichen sollicitirenden Kräfte des Magnets, sonder auch gerade diejenigen, welche er im Freien in diesen Ab ständen beobachtet hatte. Eben dieses leisteten auch Kapsel von Glas und chinesischem Porzellan; nirgends erfolgte wede Säumniſs noch Schwächung. Selbst das *Vacuum* der Luft pumpe bewirkte nicht die geringste Aenderung[3]. Daſs auch Wasser und Weingeist, selbst die Weingeistflamme oder eine groſse heftige Oelflamme, die Wirkungen des Magnets nicht stören, dafür sind Gilbert, Loewenhoeck[4], Chr. Wolf[5] und Musschenbroek[6] als Gewährsmänner anzuführen. Einzig das *Eisen* macht hiervon eine Ausnahme. Es nimmt die vom Magnete ausströmende Kraft in sich auf, und je nach seiner Gestalt und seiner Lage gegen den Magnet dient es, die Wirkung desselben entweder weiter auszubreiten, oder dieselbe von einem früher afficirten Körper abzulenken oder auch sie ganz zu zerstreuen. So vermag der Magnet das auf eine

1 Exper. Acad. del Cimento. p. 247.

2 Dissert. de Magnete. p. 64.

3 Nach Brugman's Tent. de mat. magnetis. p. 95. oder S. 112 d. deutsch. Uebers. hat auch *verdichtete* Luft keinen Einfluſs. Musschenbroek berichtigt hier einen Versuch von Boyle (Contin. I. Exper. Phys. Mech. Exp. 31.), der das Gegentheil beweisen sollte; Boyle hatte den Träger bis zum Maximum beschwert; beim Auspumpen fiel die Last ab, entweder in Folge einer leicht möglichen Erschütterung, oder weil sie in verdünnter Luft specifisch schwerer wurde.

4 Philos. Trans. Nr. 226 u. 227. Gilb. de magnete. Lib. II. cap. IV.

5 Vernünftige Gedanken u. s. w. Th. III.

6 De Magnete. p. 76.

Glastafel geworfene Eisenfeilicht in Bewegung zu setzen, wenn es unter derselben herumgeführt wird; es bilden sich in dem Eisenstaub regelmäſsige Curven und Figuren, die hingegen nicht statt finden, wenn man statt der Glastafel ein *dünnes Eisenblech* gebraucht[1]. Ueberhaupt scheinen die Körper der Fortpflanzung des magnetischen Fluidums desto gröſsere Hindernisse entgegenzusetzen, je mehr sie, sey es durch Beimischung feiner Eisentheile, durch die Anordnung ihrer Molecülen oder eine andere noch unerforschte Eigenthümlichkeit selbst fähig sind, einigen Magnetismus anzunehmen. Die unten beim *Rotationsmagnetismus* anzuführenden Versuche lassen in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig. Ganz neuerlich jedoch hat Harris durch einen Apparat, den er im Februar 1831 der Royal Institution of Great Britain vorlegte, die hemmende Kraft einiger Metalle für den Durchgang feiner und flüchtiger Magnetismen dargethan. Den neuen Entdeckungen zufolge vermag ein schnell umgedrehter Magnet eine ihm gegenüberliegende bewegliche Eisenscheibe ebenfalls in Bewegung zu versetzen. Harris setzte deshalb eine magnetische Stahlscheibe, die an einer verticalen Axe befestigt war, in schnelle Drehung (etwa 600 Umläufe in der Minute), bedeckte sie dann mit einem Glascylinder und brachte einige Zoll über demselben eine auf einer Spitze schwebende leichte Scheibe von verzinntem Eisenbleche an, die in einer gläsernen Dose verschlossen war. Auf einer Art Wagen, der auf einem besondern Geleise lief, konnten dann bedeutende Metallmassen zwischen die beiden gläsernen Recipienten ohne Störung oder Erschütterung geschoben werden. Sowie nun die magnetische Scheibe gedreht wurde, setzte sich auch die Blechscheibe über derselben in Bewegung. Nun wurde eine Kupfermasse, 1 Quadratfuſs groſs und 3 Zoll dick, zwischen beide gebracht; sogleich ging die Blechscheibe langsamer und stand endlich ganz still, gerieth aber wieder in Drehung, sobald die Zwischenmasse zurückgezogen wurde, so daſs dieser abwechselnde Zustand nach Belieben wiederholt werden konnte. Vier Blöcke von Zink, jeder 1 Zoll dick, und selbst eine Silbermasse von 3 Z. Dicke hatten den nämlichen Effect.

---

1 Van Swinden, Analogie de l'Electricité et du Magnetisme. T. I. p. 128.

Wohl unterscheidet HARRIS die ungestört durchströmende Kraft eines starken Magnets (wie oben bei MUSSCHENBROEK's Versuche mit dem bleiernen Kubus) von der flüchtigen Erregung jener Rotationen, die keine Spur einer inhärirenden Polarität zurücklassen und wo mit der Ursache auch die Wirkung augenblicklich verschwindet[1].

Von dieser dem magnetischen Fluidum ausschliefslich zustehenden Kraft, alle Körper ungeschwächt zu durchdringen, hat WILL. SCORESBY eine nützliche Anwendung zur Bestimmung ganz naher, aber einander völlig unzugänglicher Entfernungen, z. B. zur Ausmittelung der Wanddicke zwischen zwei Stellen in einem Bergwerke vorgeschlagen[2]. Nachdem er sich durch Versuche überzeugt hatte, dafs die magnetische Wirkung durch allerlei Substanzen, als Stein, Holz, verschiedene Metalle, durch Ziegelsteine, Erde, Wasser, Papier, Leder, Haare, Federn, Wolle, Gypswerk, Glas, Harz[3] und die Häute und Körper verschiedener Thiere unverändert durchgehe und dafs diese Permeabilität auf eine Distanz von mehrern Fufsen, wie auf wenige Zolle statt finde, ging er zur nähern Ausmittelung der Hülfsmittel und zur Untersuchung der verschiedenen örtlichen Umstände über, die bei der Anwendung seiner Methode vorkommen. Bei der Messung selbst beobachtete er
Fig. nachstehendes Verfahren. War z. B. die Richtung der zu mes-
107. senden Mauer W gerade Nord und Süd, so gab die bei C angehaltene Boussole dieses sogleich zu erkennen, indem sie auf den Nullpunct spielte. Nun wurde auf der andern Seite der Mauer und senkrecht auf dieselbe der Nordpol N eines 12zölligen Magnetstabes angelegt und die durch denselben bewirkte Ablenkung der Boussole bemerkt, nachher aber der Magnetstab wieder diesseit der Mauer in N' in eine solche Lage gebracht, dafs sein Nordpol eine ebenso grofse Ablenkung im entgegengesetzten Sinne hervorbrachte. In diesem Falle war also CN = CN', oder die Dicke der Mauer vom Centrum der Boussole an gerechnet war gleich dem bequem

---

1 S. Journ. of the Roy. Institution. Nr. III. 550.

2 The Edinburgh new philos. Journ. by JAMESON. 1832. Nr. 24. p. 319.

3 Durch einen Elektrophor, selbst auch im Zustande elektrischer Erregung.

auszumessenden Abstande des Centrums der Boussole vom Puncte N'. Lag die Mauer nicht im Meridiane, sondern in irgend einer schiefen Richtung auf denselben, so brachte Scoresby einen kleinen *dirigirenden* Magnetstab D (wie er ihn nennt) seitwärts so an, dafs der Nordpol der Nadel durch seinen Einflufs auf den Nullpunct der Theilung gebracht wurde, wie im vorigen Falle. Die Messung geschah dann auf gleiche Weise, wie vorhin. In den Fällen, wo die Wirkung gering war, wurden beide Pole des Magnets in Anwendung gebracht, um durch Anziehung sowohl als Abstofsung eine Angabe zu erhalten.

In zwölf Versuchen, die mit dem 12 Zoll langen Magnetstabe und einem gewöhnlichen Taschen-Compafs angestellt worden waren, betrug der Fehler der magnetischen Angabe mit der wirklichen Ausmessung verglichen nur selten 3 bis 5 Procent; in den meisten Fällen war er weniger als ein Hundertstel oder ganz Null. Die Dicke der Gegenstände ging bis auf $7\frac{1}{2}$ Fufs; es waren Mauern von verschiedener Dicke, Schränke, Büchergestelle oder auch Felsmassen von Kalkstein oder Granit, deren Dicke untersucht wurde. Nur einmal fand sich, als in einem Gewölbe der für die Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester ausgegrabenen Hallen die Dicke einer Felswand gemessen wurde, ein Fehler von $\frac{7}{8}$ Zoll auf $3\frac{1}{2}$ Fufs Wanddicke. Die Verschiedenheit erklärte sich jedoch nachher ganz genügend aus dem Umstande, dafs die Seiten der Felsmasse nicht genau parallel waren.

Scoresby hatte sich durch directe Versuche überzeugt, dafs die dirigirende Kraft eines Magnets so ziemlich im Verhältnisse der Länge der Stäbe und ihrer Anzahl stand. Seiner Erfahrung zufolge lassen sich mit einem gewöhnlichen Taschen-Compafs von $1\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser Entfernungen, die bis auf das Vierfache der Stabslänge gehn, noch auf $\frac{1}{10}$ des Ganzen genau bestimmen. Mit einem Compafs von 5 Zoll Durchmesser nach Kater's Construction mag dieses sogar auf 6 bis 10 Stabslängen geschehn. Zwei Stäbe, deren gleichnamige Pole um einige Zoll von einander getrennt sind, machen die Wirkung noch etwa um die Hälfte stärker, und vier Stäbe bringen auf 16 Stabslängen (oder eigentlich Abstände der Pole auf denselben) bei einer Boussole nach Kater dieselbe Abweichung der Nadel hervor, als ein Stab auf 10 Stabslängen,

so dafs man mit Stäben von 3 Fufs Länge die Dicke einer Zwischenmasse von 40 F. mit leidlicher Genauigkeit bestimmen kann; und selbst auf 33 Poldistanzen oder 82 Fufs wird die Boussole noch eine Ablenkung von etwa 2 Minuten zeigen. Noch empfindlicher wird dieses Werkzeug, wenn man durch Annäherung von einem oder zwei kleinen Magneten die dirigirende Wirkung der Erde neutralisirt. Versuche, die Scoresby in den schon erwähnten Ausgrabungen für die Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, sowie auch in seinem eignen Hause und im Süden von Island anstellte, erwiesen aufs Neue die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung.

Die Nützlichkeit seiner Methode erweist Scoresby unter andern durch die Erzählung eines Unfalls, der sich in der unterirdischen Strafse von Liverpool zutrug. Dieses merkwürdige Gewölbe von 2250 Yards Länge wurde nicht nur von den beiden Enden her ausgegraben, sondern es befanden sich zwischen denselben etwa sechs bis sieben Schachte zu eben diesem Zwecke. Der Werkführer, wohl wissend, dafs man einem Durchbruche nahe war, hatte mit dem jenseitigen Theile ein Signal verabredet, das der letzten Sprengung vorangehn sollte. Allein der damit beauftragte Arbeiter, in der Meinung, dafs man noch nicht so nahe sey, unterliefs das Zeichen, auf welches der Aufseher und ein Gehülfe auf der andern Seite lauschten, und brannte die Mine los. Der Schufs war so nahe, dafs jene nicht nur gefährlich verwundet, sondern sogar vom Pulver selbst im ganzen Gesichte geschwärzt wurden und jeder dabei ein Auge verlor. Hier hätte die magnetische Messung die Distanz bis auf einen Zoll angegeben und die Angabe einer so grofsen Nähe würde dann auch die heillose Sorglosigkeit des Arbeiters verhindert haben.

Scoresby erwähnt noch ein Paar andere Fälle, wo eine genauere Schätzung der Felsmassen von grofsem Nutzen gewesen wäre, und bemüht sich besonders beim Bergbau, bei der Schätzung von accordirtem Mauerwerk, bei Ausgrabungen unter einem Flusse, wie z. B. dem berühmten Tunnel unter der Themse, wo ein Inklinatorium hätte gebraucht werden müssen, die Anwendung seiner Methode nachzuweisen. Als Apparat für diese Untersuchungen schlägt er zwei Magnetstäbe von drei Fufs Länge nebst einem gewöhnlichen Grubencompafs

vor; sehr zweckmäſsig räth er an, diese Stäbe in ihrer bestimmten Lage in einem dazu gehörigen Kasten zu lassen; auch scheint er zu glauben, daſs der Abstand der Pole vom Ende des Stabs bei allen Stäben ein gleiches Verhältniſs zur Länge des Stabs, etwa $\frac{1}{12}$, habe und will denselben durch Messungsversuche in verschiedenen Abständen und durch Rechnungsproben mit verschiedenen Voraussetzungen ableiten, da es doch ein Leichtes wäre, durch die Richtung einer kleinen Nadel von Draht die Stelle des Pols am Stabe selbst herauszufinden. Ebenso glaubt er, von seinen Tafeln über die zusammengesetzte Wirkung eines Magnetstabs auf die Boussole Gebrauch machen zu können, da es doch viel rathsamer ist, wegen der veränderlichen Kraft der Magnete bei jeder praktischen Anwendung vorher genaue Versuche im Freien zu machen. Auch räth er an, neben den gröſsern Stäben noch zwei kleinere von 1 Fuſs zu gebrauchen, um aus dem Verhältnisse ihrer Wirkung einen Schluſs auf die zu messende Distanz zu machen, indem z. B. bei gleichen Ablenkungen die Entfernung der kleinen Stäbe nur $\frac{1}{2}$ von derjenigen der groſsen betrüge. Die Methode der Schwingungen, die bei solchen Untersuchungen wohl einer bedeutenden Genauigkeit fähig wäre, läſst er nicht unerwähnt, hält sie aber für zu umständlich und in der Anwendung zu schwierig.

Ein nicht unwichtiger Umstand bei Untersuchungen dieser Art ist die Ungewiſsheit, ob die beiden Werkzeuge, der Magnet und die Boussole, sich in der nämlichen Horizontal-Ebene befinden. Hier kann nichts helfen, als eine Wiederholung des Experiments in verschiedenen Erhebungen über dem Boden. Scoresby schlägt dazu einen eigenen verticalen Rahmen für die genauere Stellung der Boussole, ja sogar eine Art Inklinationsnadel vor. Immerhin mochte eine astatische Nadel oder auch nur ein an einem Faden aufgehängter leichter magnetischer Draht von einiger Länge kein undienliches Mittel seyn, um die Richtung und Lage des jenseits liegenden Magnets zu entdecken; eine Untersuchung, die jeder Messung nothwendig vorangehn müſste. Erst nach diesem wäre durch veränderte Stellung der Boussole in verticaler sowohl als horizontaler Richtung das Maximum der Ablenkung und mithin die Stelle der kürzesten Entfernung und diese Entfernung selbst zu bestimmen. Zum Schlusse giebt Scoresby mit

ebenso grofser Weitschweifigkeit, wie er bisher den Gebrauch seiner Methode entwickelte, ein Register von Fragen und Antworten an, welche auf die zwischen den Beobachtern zu führende Correspondenz während des Versuchs sich beziehn. Die Nummern dazu werden durch Hammerschläge geliefert, die in ungleichen Intervallen und mit verschiedener Beschleunigung gegeben werden. Das Picken der Arbeiter in den Kohlenminen soll man auf 60 bis 80 Fufs hören können; der Schlag eines Hammers auf einen kleinen Ambofs sollte sich noch bestimmter und auf gröfsere Distanzen vernehmen lassen. Dafs jedoch bei der ganzen Untersuchung die Abwesenheit und Entfernung aller andern Eisenmassen oder magnetischen Gegenstände eine *conditio sine qua non* ausmache, bedarf wohl keiner Erwähnung.

4) Fortleitung des Magnetismus im Eisen.

Eben diese ausschliefsliche Fähigkeit des Eisens, die magnetische Materie in sich aufzunehmen und sie mit augenblicklicher Schnelle durch sich, sey es nun im Innern oder an der Oberfläche, durchzulassen oder, wie man sagt, *fortzuleiten*, deckt uns eine vierte besondere Beziehung des Magnetismus zu den natürlichen Stoffen auf. Das oben aus Lucretius angeführte Aneinanderhängen mehrerer eiserner Ringe ist hierfür ein entscheidendes Experiment. Warum ist es unter den zahlreichen metallischen Substanzen hauptsächlich nur das Eisen, welches derselben zum Vehikel dienen kann? Liegt der Grund hiervon in der Anordnung seiner Molecülen, oder in seiner chemischen Beschaffenheit? Das Eisen verhält sich bei dieser Anziehung allerdings passiv und der Schlufs, den Einige aus dem Entgegenkommen des Magnets, wenn dieser beweglich und das Eisen fest war, auf eine gegenseitige Anziehung gemacht haben, möchte wohl irrig seyn; dagegen hängt die Stärke dieser Anziehung allerdings nicht blofs von der Kraft des Magnets, sondern auch von der Qualität der angezogenen Eisenmasse selbst ab. Schon Dechales fand, dafs ein schwacher Magnet, der im Maximum zwei Unzen Eisen zu tragen fähig war, dieses nicht mehr vermochte, wenn man die eine Unze durch ein anderes Metall ersetzte, und Musschenbroek zeigt durch mehrere Versuche, dafs hier vieles von der Gestalt des Körpers abhänge und dafs es, auch

abgesehn von dieser, ein gewisses Maximum und Minimum der Masse gebe, zwischen welchen die stärkste Anziehung erfolge[1]. Er hatte sich eine Dose von dünnem Eisenblech verfertigt, die er mit Eisenfeilicht füllte, und maſs an einer Waage die Anziehung in verschiedenen Abständen von 12 Linien bis zur Berührung. Die volle Dose wurde bei der Berührung mit einer Kraft von 650 Gran angezogen, und als er einen Theil des Eisenfeilichts herausnahm, mit 710 Gran, bei einer noch geringern Quantität aber nur mit einem Gewichte von 315 Gran. Er schlieſst daraus mit Recht, daſs die magnetische Anziehung von der allgemeinen Gravitation, die mit den Massen wächst, wesentlich verschieden seyn müsse.

5) Magnetische Polarität.

Im höchsten Grade merkwürdig und wohl durch den Magnet zuerst in die Reihe unserer Begriffe eingeführt ist aber jener wunderbare Dualismus der magnetischen Kraft, den wir mit dem Namen der *Polarität* bezeichnen. Diese Zweigestaltung eines und desselben Wesens, die in der organischen Welt die Bedingung und Erregung einer fortwährenden Schöpfung ausmacht, scheint auch im Gebiete des sogenannten Unorganischen die Quelle einer nie ermüdenden Naturthätigkeit zu seyn. Beide Enden eines magnetischen Stabs ziehn mit gleicher Kraft, auf gleiche Entfernungen, nach gleichen Abstufungen das Eisen an. Wird aber dem Ende desselben ein anderer, ebenfalls magnetischer, beweglicher Stab genähert, so zeigt sich eine merkwürdige Verschiedenheit. Wird dem Ende N des horizontal liegenden Stabs SN das Ende s des Fig.
in c an einem Faden aufgehängten Stabs sn entgegengehalten, 108.
so erfolgt eine schnelle und lebhafte *Anziehung*. Nähert man hingegen dem Ende N das Ende n des beweglichen Stabs, so Fig.
zeigt sich im Gegentheil eine sichtbare *Abstoſsung;* die Na- 109.
del ns weicht aus, wie wenn sie von einer unsichtbaren, von N ausgehenden Kraft abgewiesen würde; das Nämliche findet statt, wenn dem Ende S das Ende s zugeführt wird. Aus Gründen, die später zu erwähnen sind, nennt man die Enden N und S, n und s die *Pole* dieser Magnete; der eine N und n heiſst der *nördliche*, der andere S und s der *südliche* Pol des-

1 Diss. de Magn. p. 49.

selben, und die ganze Erscheinung wird durch folgenden Satz ausgedrückt: *die ungleichnamigen Pole zweier Magnete ziehn einander an, die gleichnamigen stoſsen einander zurück.* Aus eben diesem Grunde werden die erstern zuweilen auch *freundschaftliche* (*poli amici*), die letztern *feindliche* Pole (*poli inimici*) genannt. Die Entdeckung der Elektricität hat uns mit einer ähnlichen Verschiedenheit im Verhalten dieses Fluidums bekannt gemacht, und da man für gut gefunden hat, jene zwei Arten von Elektricität mit + E und — E zu bezeichnen, so mögen auch für die zweierlei Magnetismen die Zeichen + M und — M gebraucht werden. Den Alten, die weder die Armirung natürlicher Magnetsteine, noch die Verfertigung künstlicher Magnete aus Stahl kannten, muſste auch diese Merkwürdigkeit verborgen bleiben. Was bei dieser Erscheinung am meisten auffällt, ist die *Trennung der beiden Magnetismen in einem und demselben Magnetstabe.* So sehr auch die ungleichnamigen Pole zweier Nadeln sich zu einigen streben, so gänzlich gesondert erscheinen sie in einem einzigen Stabe. Das Maximum jeder Art von Magnetismus befindet sich nahe an dem äuſsersten Ende desselben; beide nehmen gegen die Mitte hin ab, und dort ist *Indifferenz*, weder Anziehung noch Abstoſsung, 0 M.

Eine fernere Eigenthümlichkeit der magnetischen Polaritäten besteht in der Erregung des

6) Magnetismus durch Vertheilung.

Wenn der Magnet das Eisen berührt, so flieſst die anziehende Kraft wie in einen ihr geöffneten Canal über und pflanzt sich in demselben auf eine beträchtliche Entfernung fort; die Wirkung kann, wie oben (4) gezeigt worden, bis auf 10 Fuſs und darüber gehn. Dabei erhält der ganze Eisenstab das nämliche M, welches der Magnet in der berührenden Stelle besitzt. Ganz anders verhält es sich, wenn ein Eisenstab dem Magnete nur bis auf eine geringe Entfernung, die nach Beschaffenheit seiner Stärke von ein Paar Linien bis auf ein Paar Zoll veränderlich seyn kann, genähert wird. Dann erfolgt eine Gegenwirkung; der eiserne Stab wird, auch ohne den Magnet zu berühren, ebenfalls magnetisch; aber der Magnetismus, welchen er in der genäherten Stelle erhält, ist der polare Gegensatz desjenigen, den der Magnet an jenem Ende

besitzt. Wird z. B. der Eisenstab s n dem Pole N des Magnetstabs SN genähert, so wird in ihm augenblicklich in s ein Magnetismus erregt, welcher das Umgekehrte des andern ist, er zeigt daselbst — M, wenn der Magnet dort + M besafs, und ebenso umgekehrt; dieses — M breitet sich aber nicht durch die ganze Länge des Eisenstabs fort, wie bei der Berührung, sondern es nimmt sogleich ab, wird in der Mitte des Stabs indifferent und es entsteht von da an ein zunehmender Magnetismus der entgegengesetzten Art, so dafs das entferntere Ende N nun + M zeigt und der Eisenstab die Eigenschaften eines vollständigen Magnets an sich trägt, so lange er unter der Einwirkung des Magnets NS sich befindet. Aus derselben entrückt verschwindet augenblicklich sein ganzer Magnetismus und die vorher gelösten Kräfte finden sich wieder gegenseitig gebunden. Das Eisen verhält sich also hier genau, wie ein guter Leiter der Elektricität, welcher der Einwirkung eines geladenen Conductors nahe gebracht worden ist. Gleich jenem ist es unfähig, irgend einen Magnetismus zu zeigen, so lange beide M in ihm vereinigt sind. Sein Zustand ist $+M - M = 0$, woraus folgt, dafs 1. *nur durch Aufhebung dieses Gleichgewichts Magnetismus sich zeigen kann*, 2. *jeder Magnetismus entweder süd- oder nord-polarisch ist und* 3. *dafs die Gegenwart des einen auch das Daseyn des andern bedingt, mithin ein unipolarer Magnetismus in keinem Körper vorhanden ist.* Fig. 110.

Noch auffallender zeigt sich die Wirkung der Vertheilung in folgenden Versuchen. Man hänge zwei Eisendrähte AB und CD an Fäden auf, die im Puncte O vereinigt sind. Ohne Magnetismus liegen diese Drähte an einander. Nähert man aber denselben von unten her den Magnet M, so divergiren sie erstlich in Folge des in ihnen erregten gleichnamigen Magnetismus, wie die Fäden eines Elektrometers. Bei noch stärkerer Annäherung des Magnets aber werden ihre untern Enden B und D von seiner Kraft näher zusammen gehalten, und das in ihnen gesteigerte + M der obern Enden A und C nöthigt diese einander gegenseitig abzutreiben, wodurch sie in die bezeichnete Stellung gerathen. Nach Entfernung des Magnets M fallen sie wieder ganz zusammen. Fig. 111.

Es sey ferner ein Eisendraht AB dergestalt aufgehängt, dafs sein Ende B einem andern Eisenstücke CD nahe komme. Fig. 112.

Nähert man den Magnet M den Enden B und C, so stofsen sich in Folge des in beiden erregten gleichnamigen Magnet mus gegenseitig ab. Bringt man aber den Magnet oben in Nähe von A, so wird von B aus ein entgegengesetzter M gnetismus in C erweckt und diese beiden Enden ziehn ein der an.

Hierher gehört auch ein Versuch, den Dufay im J. 17 in den Denkschriften der Pariser Akademie[1] bekannt ma und dessen Erklärung später Aepinus versucht hat[2]; er steht in Folgendem. „Wenn man eine Nadel in der Ent „nung von etwa 2 Lin. vor den Polen eines Magnets in „liebiger Richtung (südlich oder nördlich) vorbeiführt, o „ihn zu berühren, oder sie auch nur eine Zeit lang in di „Entfernung hinhält, so erlangt sie denjenigen Magnetism „welchen sie durch blofses Auflegen auf den Magnet erhal „hätte und der das Gegentheil von demjenigen ist, welc „dieser ihr ertheilt haben würde, wenn sie berührend an „den Polen vorbeigeführt worden wäre.“ Aepinus, der d Versuch wiederholte, fand, dafs bei der Bestreichung die N del denjenigen Magnetismus erhielt, welcher dem des zu die Nadel berührenden Pols entgegengesetzt war, und d diese Wirkung auch noch statt fand, wenn die Bestreich in einer kleinen Entfernung vom Magnete (durch ein zw schengelegtes Stückchen Holz) bewerkstelligt wurde. Al bei zunehmender Entfernung kam man auf eine Linie, in w cher die entgegengesetzten Polaritäten eintraten. Die Gre dieser Umkehrung hängt von der Gröfse beider Körper u von der Stärke des Magnetismus selbst ab. Hiermit stim auch die von den neuen Physikern Savary und Nobili g machte Entdeckung über die wechselnde Magnetisirung v Stahlstücken, die in verschiedenen Abständen vom Galva schen Schliefsungsdrahte gehalten werden[3], überein.

Die *Entfernung*, auf welche ein Magnet den Indiffere tismus im Eisen aufhebt, sein *Wirkungskreis*, seine *Atm sphäre* ist nach seiner Stärke und Gröfse von sehr versch dener Ausdehnung. Musschenbroek[4] führt hierüber ein

1 Mém. de l'Acad. roy. d. Sc. 1730. p. 219.
2 Novi Comm. Petrop. IX. p. 326.
3 Poggend. Ann. Bd. VIII. IX. X.
4 Diss. de Magnete p. 116. Exper. 45.

interessanten Versuch an, den früher schon Derham[1] angestellt hatte und der auch in neuern Zeiten von einem herumreisenden Magnetkünstler als Beweis einer außerordentlichen Kraft seiner Magnete vorgezeigt wurde. Ueber einen großen und kräftigen Magnet A halte man in einer merklichen Entfernung zwei ganz unmagnetische Eisenstücke, z. B. zwei Schlüssel B und C, so wird auch bei zunehmendem Abstande von A der Schlüssel B vom Schlüssel C getragen werden; ja sogar ein dritter D wird die beiden andern tragen, und man kann auf diese Weise die Schlüssel bis auf 8, 9, 10 Fuß von A entfernen, ehe sie von einander abfallen. Der Umstand, daß das Ende K dem Magnete selbst näher ist, als C, thut der Anziehung nach oben keinen Eintrag. Musschenbroek findet dieses sonderbar und glaubt, der Schlüssel BK werde vom Magnete A weniger, als vom Schlüssel C angezogen. Allein die Kraft, welche die beiden Schlüssel mit einander vereinigt, geht im Grunde doch von A aus durch B in C, und es ist für das Tragen einerlei, ob der Schlüssel B den Schlüssel C, oder der letztere den erstern an sich ziehe. Daß wirklich B vom *Magnete A sehr* kräftig angezogen werde, zeigt Musschenbroek selbst aus dem Umstande, daß, wenn man die Schlüssel merklich aus der verlängerten Axe des Magnets seitwärts führt, das Ende K stets nach dem Pole A hinstrebt, so daß BK eine schräge Lage annimmt. Liegt die Axe des Magnets in horizontaler Richtung, so ist die Anziehung der Schlüssel geringer. Am stärksten ist die Wirkung, wenn der *Nordpol* des Magnets aufwärts schaut, weil alsdann die Südpolarität im untern Ende K des Schlüssels B noch durch den Erdmagnetismus verstärkt wird. Eben diese Hülfe des Erdmagnetismus in Verbindung mit dem *Magnetismus der Vertheilung* erweist sich auch in der vermehrten Anziehungskraft, welche der Pol a eines Magnets erhält, wenn dem Pole b gegenüber eine bedeutende Eisenmasse E angebracht wird. Bemerkenswerth ist ferner der Umstand, der aus später anzuführenden Versuchen Bidone's unzweifelhaft hervorgeht, daß nämlich *die magnetische Kraft eines Pols, wenn sie durch den andern Pol am nämlichen Magnetstabe hindurchgehn soll, von diesem absorbirt und aufgehoben wird.* So erleidet die Nadel a keine

Fig. 113. Fig. 114.

1 Philos. Trans. Nr. 303.

Fig. 115. Wirkung vom entferntern Pole N des Stabes A, wenn b[…] mit ihrer ganzen Länge in der nämlichen geraden Linie […]gen. Anders verhält es sich, wenn a irgend eine Seitenw[…]kung vom Pole N erhalten kann. Ebenso auffallend ist a[…] die Thatsache, daſs ein belasteter Magnet auf die Schwin[…]gen einer in gewisser Entfernung aufgehängten Nadel *ge[…] die nämliche Wirkung ausübt, wie wenn er nicht bela[…] wäre*[1].

7) Verschiedenes Verhalten von Eisen u[nd] hartem Stahl in Beziehung auf den Magnetismus.

In Beziehung auf die Fähigkeit, den Magnetismus in [sich] aufzunehmen, bieten *Eisen* und *Stahl* eine groſse Versc[hie]denheit dar. Reines, weiches Eisen wird vom magnetisc[hen] Fluidum ohne irgend ein Hindernifs in vollem Maſse du[rch]strömt, da hingegen der Stahl nur ein geringeres Quan[tum] (etwa die Hälfte) desselben in sich aufnimmt. Die Mitt[hei]lung ist bei beiden augenblicklich, jedoch in der bemer[kten] Abstufung. Dagegen ist im Stahle die Wirkung bleiben[d] und er ist bekanntlich fähig, selbst ein Magnet zu wer[den], während das *Eisen* in dieser Beziehung ganz wirkun[gs]los wird, sowie es dem Einflusse des Magnets entzogen [ist]. Es ist nach Barlow's Ausdruck *passiv-magnetisch*. W[ill] man sich hier eine, obwohl weder begründete noch fru[cht]bare, Vergleichung mit der Elektricität erlauben will, so k[ann] man sagen, das *Eisen* verhält sich wie ein *Leiter* des Ma[gne]tismus, der *Stahl* wie ein *Nichtleiter* oder ein *idiomagn[eti]scher Körper*. Diese Eigenthümlichkeit beider Stoffe sch[eint] vornehmlich von zwei Ursachen abzuhängen, die freilich b[eide] auf die Anordnung der Molecülen und die Gestalt und Gr[öſse] ihrer Zwischenräume Einfluſs haben können, nämlich von [der] *chemischen Beschaffenheit* des Metalls und seiner *Härte*. [...] Procent Kohlenstoff[2] ist hinreichend, das weiche, zähe E[isen]

---

1 G. LXIV. 386.

2 Die Verbindung variirt von 1 bis 20 Tausendtheilen vom [Ge]wicht des Eisens; 7 bis 8 Tausendtheile sollen den besten Stahl [ge]ben. S. die chemischen Lehrbücher von Thomson, Thénard, [Be]rzelius u. a.

in einen Körper zu verwandeln, welcher der gröfsten Härte fähig ist. Besonders diese letztere ist es, welche die Dauerhaftigkeit des Magnetismus im Stahle bedingt, aber auch zugleich seiner Empfänglichkeit für schnelle Mittheilung entgegensteht. Selbst gewöhnliches Eisen, das, wie noch andere Metalle, z. B. Kupfer, Gold, Silber, durch Hämmern, Pressen, Laminiren härter wird, nimmt in diesem Zustande ein etwelches Mafs von bleibendem Magnetismus an, wie dieses das Magnetischwerden des Eisendrahtes durch Biegen, Brechen, Winden beweist. Ebenso wird das Eisen durch Beimischung von Schwefel, Phosphor, Arsenik eines eigenen Magnetismus fähig und seine Verbindung mit Gold, Silber, Zinn scheint ihm eben diese Eigenschaft zu gewähren, da hingegen sein Zusatz von Antimon denselben aufhebt. Nach Hatchett[1] kann beim Schwefel die Zulage bis auf 0,46 gehn, ohne die magnetische Fähigkeit zu stören, und sie verschwindet erst bei 0,52[2]. Umgekehrt ist, was die Härte vermindert, auch der Empfänglichkeit für fremden Magnetismus günstig, aber der Festhaltung eines eigenen entgegen; dahin gehört namentlich das *Ausglühn* des Stahls oder unreinen Eisens mit allmäligem Erkalten und selbst beim Nickel und Kobalt findet diese Wirkung der Erwärmung statt[3].

Dafs in frühern Zeiten, wo die Stahlbereitung noch mehr und weniger ein Kunstgeheimnifs und das Streben der Physiker hauptsächlich auf die Bereitung starker künstlicher Magnete gerichtet war, die Eigenthümlichkeiten des Eisens im Hintergrunde blieben, ist wohl nicht zu verwundern. Auffallender ist es jedoch, dafs selbst neuere Schriftsteller hierauf so wenig Gewicht legten, dafs die im Anfange dieses Jahrhunderts durch den Seefahrer Flinders angeregte, später durch Barlow am meisten erweiterte Entdeckung der, auch im reinen Eisen durch den Erdmagnetismus erweckten, *beweglichen Polarität* eine Zeitlang mit der *permanenten* des Stahls verwechselt wurde. Barlow ist überhaupt der einzige,

---

1 Philos. Trans. 1804.

2 Gufseisen, das ebenfalls keines permanenten Magnetismus fähig ist, soll nach Clouet höchstens 0,125 Kohlenstoff enthalten. Thomson Chim. I. p. 296. Vme éd. fr.

3 Biot traité de Phys. III. p. 9.

der über das Verhalten verschiedener Eisensorten bestim Versuche angestellt hat.

Die Schwierigkeit, bei dieser Untersuchung den Einf des Erdmagnetismus auf die zu prüfenden Eisen- und Sta stangen abzuwehren, veranlafste ihn, eben diesen Magne mus der Erde selbst als erregende magnetische Kraft anzuw den. Er verschaffte sich Stäbe von vier verschiedenen Eis gattungen, nämlich von Schmiedeeisen, Gufseisen, gemei Stahl (*blister Steel*), von letzterem sowohl weich als im gehä ten Zustande; von jeder Sorte ein Paar. Sie waren sämt lich 24 Zoll lang, 1 Zoll breit und 0,25 Zoll dick und w den in der Richtung der magnetischen Neigung so befest dafs jedesmal das untere Ende einer Stange in der nämlic Horizontal-Ebene mit einer nebenstehenden empfindlichen M gnetnadel sich befand, die das einemal ostwärts, das andere um ebensoviel westwärts von dem Ende des Stabes entf war. Diese Enden wurden mit A und B bezeichnet, auch d Seitenflächen der Stäbe durch die Zahlen 1, 2, 3, 4 untersch den. Der Erfolg zeigte jedoch, dafs die letztere Vorkehr überflüssig war, indem sie bei jeder Umdrehung um ihre L genaxe gleiche Resultate gaben. Die folgende Tafel zeigt d Abweichung der Nadel für die verschiedenen Stäbe in ih abgeänderten Stellungen.

Bei einer Entfernung von 10,6 Zoll.

Metallsorte.		Oestl. v. d. Nadel Ende A	Oestl. v. d. Nadel Ende B	Westl. v. d. Nadel Ende A	Westl. v. d. Nadel Ende B	Mi
Schmiedeeisen	Nr. 1	15° 30′	16° 22′	15° 30′	16° 22′	15
	- 2	16 0	15 45	16 0	15 45	
Gufseisen	Nr. 1	7 30	7 37	8 0	7 45	7
	- 2	6 30	9 30	6 0	9 38	
Weicher Stahl	Nr. 1	10 56	9 56	10 52	9 56	10
	- 2	14 22	8 7	14 22	8 7	
Harter Stahl	Nr. 1	9 56	8 0	10 0	8 0	8
	- 2	9 30	7 0	9 30	7 0	

Die nämlichen Versuche wurden in einem Abstande d Nadel von 6,7 Zoll wiederholt, und gaben Abweichungen, d den obigen sehr nahe proportional waren. Bemerkenswerth hierbei 1) die nahe Uebereinstimmung der mittlern Result aus den zwei Stäben 1 und 2 der nämlichen Sorte, z. B. bei

Schmiedeeisen und ebenso beim Gufseisen, und 2) der Umstand, dafs, wenn auch in einem Stabe die Enden A und B merklich verschiedene Abweichungen gaben, doch ihre Mittelgröfsen bei zwei Stäben der nämlichen Gattung nicht sehr verschieden waren, wie das namentlich beim Gufseisen ersichtlich ist.

Da Stangen von deutschem Stahl (*Shearsteel*) in den nämlichen Dimensionen nicht zu erhalten waren, wenigstens ohne sie besonders zu schmieden, was die Textur des Metalls und seine Eigenthümlichkeit hätte gefährden können, so nahm Barlow vier solche Stangen, wie sie das Walzwerk lieferte, von denen zwei weich gemacht und zwei gehärtet wurden, und liefs dazu zwei vollkommen gleiche Stäbe von Schmiedeeisen bereiten. Ihre Dimensionen waren 24 Zoll Länge, 1 Z. Breite und ¼ Zoll Dicke. Diese sechs Stäbe wurden auf dieselbe Art, wie die frühern, durchprobirt und gaben bei 5,2 Zoll Distanz vom Centrum der Boussole folgende Resultate:

			Ablenkung	Mittel
Weiches Eisen	Nr. 1	....	22° 17,5′	22° 15′
- -	- 2	....	- 12,5′	
Weicher Scheerstahl	Nr. 1	....	15° 10′	15° 0′
	- 2	....	14° 50′	
Harter Scheerstahl	Nr. 1	....	12° 0′	12° 17′
	- 2	....	12° 35′	

Von Gufsstahl stand dem fleifsigen Experimentator nur ein einziges Stück zu Diensten; es war 9 Zoll lang und hielt ¼ Zoll in Kanten. Es wurde mit einem besonders geschmiedeten Eisenstabe von ebendenselben Dimensionen, erst im weichen, hernach im gehärteten Zustande verglichen und gab folgende Abweichungen:

Weiches Eisen	—	Abweichung	16° 50′
Gufsstahl, weich	—	- -	12° 40′
Gufsstahl, hart	—	- -	8° 22′

Zieht man die Mittelzahlen aus diesen drei Tafeln zusammen und vergleicht sie mit den entsprechenden Abweichungen der jedesmal gebrauchten Eisenstange, nimmt man dabei an, dafs die Tangenten dieser Abweichungswinkel den ab-

lenkenden Kräften proportional seyen, und reducirt diese auf die des weichen Eisens als Einheit, so erhält man für die relative Stärke, mit welcher der Magnetismus der Erde sich in diesen Substanzen darstellt, folgende Angaben:

Metallsorte.	Abw.	Tang.	Verhältnifs-Zahlen.
Schmiedeeisen . .	15° 54′	0,2843	1,000
Gufseisen	17 48	0,1369	0,479
Gem. Stahl, weich .	10 50	0,1913	0,673
- - , hart .	8 37	0,1515	0,532
Schmiedeeisen . .	22 15	0,4091	1,000
Scheerstahl, weich .	15 0	0,2679	0,655
- , hart .	12 17	0,2177	0,530
Schmiedeeisen . .	16 50	0,3025	1,000
Gufsstahl, weich .	12 40	0,2247	0,743
- , hart . .	8 22	0,1470	0,486

In ganzen Zahlen ausgedrückt ergaben sich hieraus folgende genäherte Verhältnisse:

Schmiedeeisen	100	Gufseisen	48
Gem. Stahl, weich	67	Gem. Stahl, hart	53
Scheerstahl, weich	66	Scheerstahl, hart	53
Gufsstahl, weich	74	Gufsstahl, hart	49

Ueber die Kraft, mit welcher *Eisen* und *Stahl* überhaupt vom Magnete angezogen werden, äufsert sich Musschenbroek[1] ganz bestimmt dahin, dafs das Eisen bei weitem kräftiger gezogen werde, als magnetisirter Stahl oder ein anderer natürlicher Magnet; er schreibt dieses wohl nicht mit Unrecht der abstofsenden Wirkung zu, welche die in dem Magnete vorhandenen gleichnamigen Pole der Anziehung entgegensetzen. Ein Magnet, der einen andern nur mit einer Kraft von 180 Gran festhielt, zog ein kleineres Stück Eisen mit 720 Gran oder einer viermal gröfsern Kraft an; ein anderer, der im erstern Falle mit 340 Gran wirkte, zog das Eisen mit 1024 und 1312 Gran. Eben dieses bestätigen auch die später zu erwähnenden Versuche des Akademikers Antonio dalla Bella in

1 Diss. de Magnete. p. 48.

Lissabon, bei welchen zwei sphärische Magnete, von denen der eine etwa 200, der andere 14 ℔ Tragkraft besafs, einander unbewaffnet im Maximum nur mit 2284 Granen anzogen, während der gröfsere einen kleinen eisernen Cylinder von 2700 Gran Gewicht mit einer Kraft anzog, die 5400 Granen gleich war. Noch verdiente hier die sonderbare Wahrnehmung Christie's erwähnt zu werden, zufolge welcher im *weichen Eisen* der Magnetismus mit der Temperatur zunimmt, während beim Stahle das Gegentheil statt findet.

8). Magnetische Figuren auf Eisen und Stahl.

Wenn man unter einem mit Eisenfeilicht bestreuten glatten Papiere oder einer Glastafel die Pole eines Magnets hält, so ordnen sich beim leisen Klopfen die Eisentheile in bestimmte Bogenlinien, welche die Richtung der von den Polen ausgehenden magnetischen Strömungen, so wie sich dieselben auf der Ebene des Papiers projiciren, darstellen und die man *magnetische Curven* nennt. Ihre genauere Betrachtung wird weiter unten ihre Stelle finden. Hier sind sie nur als eine der verschiedenen Gestaltungen anzuführen, die dieser Kraft eigenthümlich sind. Sie sind eine Folge der schnellen Magnetisirung, die in diesen kleinen Eisentheilen statt findet, vermöge welcher sie mit ihren freundschaftlichen Polen sich an einander hängen und so continuirliche Linien bilden. Eine Abänderung dieses Versuchs bildet das von Dr. Haldat in Nancy angegebene Verfahren[1], auf Stahlplatten künstliche Figuren mit Eisenstaub hervorzubringen, die dem sogenannten *Moiré métallique* der verzinnten Eisenbleche ähnlich sind. Gleichwie diese erzeugt werden, wenn man einen heifsen Kolben auf der Rückseite des Blechs in jenen Umrissen herumführt, die nachher zum Vorschein kommen sollen, ebenso wird auf einem des Magnetismus fähigen Bleche ein Magnetstab herumgeführt, um bestimmte Stellen zu magnetisiren, während andere im natürlichen Zustande verbleiben, und so wie in jenem Falle die Figuren durch ein Aetzmittel sichtbar gemacht werden, das die nicht krystallisirten Zinntheile schnell

1 Ann. de Chim. et de Phys. XLII. 33.

auflöst, ohne die krystallisirten zu afficiren, ebenso wird auf diesem das aufgestreute Eisenfeilicht nur da festgehalten, wo durch die Berührung des Stabs ein permanenter Magnetismus erzeugt worden ist. Daſs eben deswegen Eisenplatten hierzu weniger tauglich seyen, ist aus der eben bemerkten Bedingung eines ausdauernden Magnetismus klar. Am besten eignen sich dazu die Stahlbleche, welche man zur Verfertigung von Kürassen anwendet und die bereits in gehörigem Grade der Härte sich befinden. Sie sind gewöhnlich etwa einen halben Quadratfuſs groſs, bei ¼ bis 1 Lin. Dicke. Sie müssen wohl abgeschliffen und der Magnet ziemlich stark seyn. Wenn die Figuren gut und rein ausfallen sollen, muſs das Ende des Magnetstabes etwas abgerundet seyn, damit er sich desto besser an das Stahlblech anlege, ohne breite Züge zu machen. Besser ist es, die Figuren vorzuzeichnen, damit man mehr als einmal die Stelle bestreichen könne.

Entfernung des Magnets vom Stahlbleche durch einen Zwischenkörper macht die Figuren schwächer und undeutlicher, ohne sie jedoch ganz aufzuheben. Welcher Pol gebraucht werde, ist gleichgültig, da die Figuren weder in Zeichnung noch in der Strahlung der Eisentheile irgend eine Verschiedenheit zeigen; selbst das Ueberfahren einer bereits magnetisirten Stelle mit dem entgegengesetzten Pole hindert das Ansetzen des Eisenfeilichts keineswegs. Erschütterungen der Tafel, durch leichtes Anklopfen an dieselbe, sind der Bildung der Figuren günstig; doch muſs man sich in Acht nehmen, daſs man damit nicht regelmäſsige Schwingungen erzeuge, weil sonst Chladni'sche Klangfiguren entstehn könnten, welche die Zeichnung störend durchkreuzen würden.

Die zwischenliegenden nicht magnetisirten Stellen des Blechs bilden gleichsam die Armaturen der magnetischen, und so kann der auf diesem Wege in der Stahlplatte hervorgebrachte Magnetismus Monate lang halten. Er läſst sich keineswegs etwa durch Neutralisirung der bestrichenen Stellen durch Ueberfahren der Zeichnung mit dem entgegengesetzten Pole aufheben, sondern er weicht nur einer Erwärmung, die bis zum Dunkelrothglühn geht. Merkwürdig genug jedoch lassen sich die Figuren auch durch anhaltendes Schlagen der Platte mit einem kleinen hölzernen Hammer in wenigen Minuten zerstreuen und vertilgen, ein Umstand, der genauer ver-

folgt zu werden verdient, weil er uns auf die Anordnung der Molecülen als eine der wichtigsten Quellen der Magnetisirung hinzuweisen scheint.

IV. Magnetismus der Erde.

Die Wirkung, welche die magnetische Kraft der Erde auf das Eisen und die individuellen Magnete ausübt, ist nichts anders, als ein *Magnetismus durch Vertheilung*. Dafs die Erdkugel selbst magnetische Kraft besitze, ja dafs diese wohl die Quelle eines solchen Vermögens in den natürlichen und künstlichen Magneten sey, blieb den Alten unbekannt. Erst die im zwölften Jahrhunderte gemachte Entdeckung, dafs ein freischwebender Magnet eine bestimmte Richtung nach einer Weltgegend annehme, konnte die Möglichkeit einer solchen Vorstellung herbeiführen, und die Wahrnehmung, dafs jene Richtung so ziemlich nach Nord und Süd hinwies, wo die Pole der Erde liegen, führte zugleich darauf, die Enden des Magnets mit dem Namen von *Polen* zu bezeichnen, auch die Eigenthümlichkeit eines jeden derselben, die er sowohl durch seine Vorliebe für die eine oder andere der beiden Himmelsgegenden, als auch durch das später entdeckte Abstofsungsvermögen bewies, durch das Wort *Polarität* zu unterscheiden; ein Begriff, welcher in der Folge auch zur Bezeichnung anderer Gegensätze von einigen Naturphilosophen nicht immer mit der gehörigen Klarheit gebraucht worden ist.

Nur durch Polarität und Atmosphärenwirkung, keineswegs aber durch sichtbare Anziehung giebt die Erdkugel ihren Einflufs auf Eisen und magnetische Körper zu erkennen. Auf jeden Fall vermischt sich die letztere mit der allgemeinen Attraction, zu welcher sie vermuthlich in einem sehr geringen Verhältnisse steht, und obwohl es durch keine directe Versuche erforscht ist, ob das specifische Gewicht des Eisens in der Baffinsbay gröfser sey, als unter dem Aequator, so lassen doch die in neuerer Zeit so zahlreich mit Magnetnadeln angestellten Schwingungsversuche eine etwelche Verschiedenheit in der scheinbaren Schwere des Eisens voraussetzen. Dafs ein in einen Magnet verwandelter Stahlstab durch das Magnetisiren nichts an Gewicht gewinnen kann, ist daraus

begreiflich, weil die Wahl-Anziehung gegen die Erde, welche z. B. in Europa sein Südpol durch die Magnetisirung erwirbt, durch die zugleich eintretende Abstofsung des Nordpols aufgehoben wird.

Ganz unzweideutig jedoch stellt sich der Magnetismus der Erde in drei bestimmten Wirkungen dar, deren jede für sich sein Daseyn beweisen würde: 1) in der wandernden Polarität aufrechter Eisenstangen; 2) in der bestimmten Richtung, welche er eine bewegliche Magnetnadel in verticaler sowohl als auch in horizontaler Beziehung anzunehmen nöthigt, und 3) in dem ungleichen Maſse der Spannung oder Anziehung, welche er auf Nadeln, die um einen Mittelpunct sich schwingen, ausübt. Von der ersten dieser Wirkungen ist im Artikel *Ablenkung der Magnetnadel* die Rede gewesen; daselbst wurde gezeigt, wie gemäſs der oben in Nr. 6. angeführten Erregung durch *Vertheilung* der Magnetismus der Erde die gebundenen Kräfte im Eisen trenne, so daſs in einer *schräg gehaltenen* Eisenstange das obere Ende jederzeit südpolarisch, das untere nordpolarisch sey, daſs dieser Magnetismus weder durch Schlagen noch durch Streichen hervorgebracht werde und nicht dem Eisen selbst, sondern nur seiner Lage angehöre; daſs jedoch mehr oder weniger hartes Eisen, wenn es sehr lange in unveränderter Stellung bleibe, zuletzt diesen Magnetismus einigermaſsen als eigenthümlich oder bleibend in sich aufnehme, ein Umstand, der das Magnetischwerden der am Eingange erwähnten Thurmkreuze u. dgl. erklärt. Ebendaselbst wurde auch die für die Schifffahrt nicht unwichtige Störung, welche die von diesem wandernden Magnetismus ergriffenen Eisenmassen der Schiffe auf die Compasse ausüben, angeführt und die einfache Methode erwähnt, durch welche Barlow jenen störenden Einfluſs zu neutralisiren gewuſst hat.

Die zweite Enthüllung des Erdmagnetismus, die in seiner *Richtkraft der Magnetnadel* sich darlegt, wurde in Beziehung auf die horizontale Direction derselben im Artikel *Abweichung der Magnetnadel* weitläufiger besprochen und fand auch in Beziehung auf die verticale Stellung der Nadel beim Art. *Inklinatorium* eine etwelche Erwähnung. Es ergab sich, daſs die Richtung der Magnetnadel nicht gerade auf die Pole der Erde, sondern auf bestimmte Stellen in der Nähe der-

selben hinziele, dafs sie an verschiedenen Orten verschieden und nach Jahren, Tagen und Stunden veränderlich sey. Die Beobachtungen nöthigen zu der Annahme, dafs es auf jeder Erdhälfte zwei Stellen in den Eismeeren der Polarzone gebe, die man als *Convergenzpuncte jener Richtungen*, als *magnetische Pole* der Erde annehmen müsse, und dafs diese Pole in den zwei letzten Jahrhunderten ihre Lage auf der Erde *geändert* haben, indem die beiden nördlichen sich um mehrere Grade nach Osten, die auf der Südhälfte westwärts bewegten[1]. Durch diese Puncte werde die Nadel sollicitirt, so dafs sie, je nach ihrer Lage und Entfernung von denselben, bald mehr auf den einen oder den andern gerichtet sey, bald eine Richtung annehme, die zwischen beide fällt. Der erste dieser Puncte befand sich nach HANSTEEN im Jahre 1800 in 20° Abstand vom Nordpol der Erde und 93¼ Gr. westlicher Länge von Greenwich im Westen von der Baffinsbay und dürfte gegenwärtig (J. 1831) sich dem Eingange der Repulsebay nähern. Neuere Bestimmungen setzen ihn um zwei Grade nördlicher und 10 Grade westlicher. Der zweite war um 4 Gr. vom Nordpol abstehend in 130° östlicher Länge von Greenwich, etwa im Meridiane der Mündung der *Lena*. Die zwei südlichen Convergenzpuncte befanden sich, der eine auf 20, der andere auf 12 Gr. Entfernung vom Südpol der Erde, in 134° östlicher und 130° westlicher Länge; der erstere im Süden der Ostküste Neuhollands, etwa 25 Grade von Van Diemens Land entfernt, der letztere im Westen vom Cap Horn, auf einem Meridiane, der so ziemlich in die Mitte zwischen America und Neuseeland fällt. Während die beiden nördlichen Magnetpuncte in Beziehung auf den Erdpol einander so ziemlich gegenüberstehn, bilden die Meridiane der letztern am Südpole sehr nahe einen rechten Winkel, so dafs ihre Vertheilung um die Erdpole nichts Regelmäfsiges darbietet. Sie sind auch in Absicht auf ihre wirkende Kraft und die Schnelligkeit ihrer jährlichen Fortbewegung wesentlich ungleich. Nur dafs diese bei den nördlichen ostwärts, bei den südlichen nach Westen geht, und dafs sie alle in ewigem Eise begraben liegen, das ist der ein-

---

1 Dafs diese Bewegung nach Osten wenigstens für den Pol im Norden von Sibirien nicht statt finde, zeigt KUPFFER in Poggend. Ann. X. p. 556.

zige Punct ihrer Uebereinstimmung. Ob es bei so bewandten Umständen und bei unserer groſsen Unwissenheit über die Natur und die Eigenschaften des magnetischen Fluidums wohlgethan und die Wissenschaft fördernd sey, jene vier Puncte unter sich, sey es durch Axen oder durch die Annahme von beweglichen Magneten im Innern der Erde in Verbindung zu bringen, wie man früher etwa der mathematischen Entwickelung wegen thun zu müssen glaubte, darüber scheint in neuerer Zeit die Meinung der Physiker eine entgegengesetzte Richtung genommen zu haben.

Gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte man die Frage aufgestellt, ob eine Magnetnadel von beiden Erdpolen in gleichem Maſse sollicitirt werde, oder ob nicht etwa der Nordpol eine stärkere Anziehungskraft auf sie ausübe. In Europa konnte die Sache nicht entschieden werden, und Bouguer[1] benutzte daher seinen Aufenthalt in Quito, um hierüber ins Klare zu kommen. Er verschaffte sich eine Nadel von Messing, die auf einer Spitze balancirt war, und deren eines Ende ebenfalls eine Spitze trug, um eine Compaſsnadel aufzunehmen. Offenbar muſste, wenn der nördliche Pol eine gröſsere Anziehungskraft ausübte, der ganze Apparat sich so drehen, daſs die Compaſsnadel der Nordseite am nächsten war. Allein nur diese setzte sich in den Meridian und die messingene Nadel blieb in jeder Lage stehn. Der Versuch wurde zwanzig- und dreiſsigmal wiederholt, und daſs nicht etwa die Reibung an dieser Unbeweglichkeit der messingenen Nadel Theil gehabt hatte, ergab sich daraus, daſs sie sich sogleich in den Meridian stellte, wenn die kleine Nadel auf sie festgebunden wurde. Drei Versuche, die Bouguer in verschiedenen Entfernungen vom Aequator, den letzten in dem Flecken la Porchera am Ausflusse des Magdalenenstromes, mit diesem Apparate anstellte, zeigten, daſs auch bei der Annäherung zum einen Pole kein Uebergewicht der Anziehung statt fand. Auch in Frankreich erhielt er nach seiner Rückkehr das nämliche Resultat. Noch entscheidender war folgender Versuch. Durch Verbindung mehrerer Haare hatte er sich ein Pendel verschafft, das fünf bis sechs Fuſs lang war und dessen Fuſspunct er sich genau bemerkt hatte. Vertauschte er

1 Figure de la terre. 1749. 4. Vorrede S. 75.

man das Loth mit einer Magnetnadel, so mufste, wenn jene Vermuthung Grund gehabt hätte, das Pendel nach Norden abgelenkt werden. Allein es zeigte sich auch nicht eine Spur von Abweichung, obgleich Bouguer einen Winkel von 5 Sec., der eine Kraft von dem 40000sten Theile des Gewichts der Nadel verrathen hätte, mit Bestimmtheit unterscheiden konnte. Seine Erklärung dieser Erscheinung, die offenbar darauf beruht, dafs der Erdpol auf der nördlichen Halbkugel den einen Pol der Nadel mit eben der Kraft zurückstöfst, als er den andern anzieht, ist sehr gezwungen und unklar und trägt das Gepräge der damaligen Begriffe über die Natur des magnetischen Fluidums.

Die Beobachtung zeigt, dafs eine vollkommen äquilibrirte Nadel nach dem Magnetisiren ihr Gleichgewicht verliere, dafs auf der Nordhälfte der Erde ihr Nordpol, auf der südlichen ihr Südpol niederwärts gezogen, der andere Pol aber aufwärts getrieben werde. Wird die Nadel so eingerichtet, dafs ihre Senkung nicht von irgend einer statischen Ueberwucht afficirt wird, sondern einzig den sollicitirenden Kräften des Magnetismus zu folgen hat, so wird sie, wenn ihre Längenaxe in das *Azimuth* einer Abweichungsnadel gestellt ist, eine bestimmte, constante Neigung annehmen, die hauptsächlich mit der geographischen Breite sich zu ändern scheint. In der Nähe des Aequators liegt die Nadel horizontal, mit der Annäherung zum Nordpol senkt sich in zunehmendem Mafse ihr nördliches Ende, bis sie in der Nähe des magnetischen Nordpols eine ganz senkrechte Lage annimmt. Das Nämliche findet in Beziehung auf den Südpol der Nadel auf der südlichen Hälfte des Erdballs statt. Dafs hierbei eine Wirkung der *Polarität* eintrete, ist daraus klar, dafs eine unmagnetische eiserne Nadel durch den Magnetismus der Erde keineswegs in jene Neigung gebracht wird, so wenig als die unmagnetische horizontale Nadel sich in die gehörige Abweichung stellt. Es ist also hier nicht nur Anziehung, sondern auch Abstofsung im Spiele, und die Inklinationsnadel wird nicht nur von den Kräften der einen Erdhälfte regirt, sondern auch die der andern helfen wenigstens bis auf eine bedeutende Entfernung vom Aequator ihre Lage bestimmen. Da die Inklinationsnadel beim Versuche absichtlich in die Richtung des magnetischen Meridians gebracht, durch magnetische Kraft aber in bestimmtem

Masse gesenkt wird, mithin nach zwei auf einander senkrechten Ebenen bestimmt ist, so darf man annehmen, dass sie die wirkliche Richtung darstelle, welche das magnetische Fluidum auf der Oberfläche der Erde an jedem Orte annimmt.

Die dritte Wirkung des Erdmagnetismus äussert sich in der Anziehungskraft, welche der Erdkörper in verschiedenen Stellen auf Nadeln ausübt, die um eine Axe schwingen, und in der verschiedenen Geschwindigkeit dieser Schwingungen. So wie die Kraft der Schwere einen an einem Faden aufgehängten Körper immer nach der senkrechten Richtung hinzieht, dergestalt, dass, wenn er aus derselben seitwärts abgezogen wird, er mit beschleunigter Bewegung zurückeilt und über die Verticallinie hinausgeworfen eine hin- und hergehende Bewegung (Oscillation) annimmt, ebenso wirkt die magnetische Kraft der Erde auf bewegliche Nadeln, die aus der Richtung des magnetischen Stroms durch irgend eine äussere Einwirkung abgelenkt worden sind. Aus der Lehre vom Pendel ist bekannt, dass die anziehenden Kräfte an zwei verschiedenen Orten der Erde sich zu einander verhalten, wie die Quadrate der Schwingungszeiten eines und desselben Pendels; auf gleiche Weise wird auch die Inklinationsnadel je nach der Stärke des magnetischen Zugs in der Ebene des magnetischen Meridians hin und her schwingen, bis sie in der Richtung ihrer Neigung zur Ruhe kommt, und sie wird um so schneller schwingen oder die nämliche Zahl von Schwingungen in um so kürzerer Zeit vollenden, je kräftiger jene Anziehung ist. Läſst man demnach eine und dieselbe Neigungsnadel an verschiedenen Orten der Erde schwingen, so stellen die Quadrate der Schwingungszeiten das Verhältniſs der magnetischen Intensität für dieselben dar. Den Beobachtungen zufolge ist dieselbe vom Aequator bis zu den Polen zunehmend, jedoch unter diesen höchstens doppelt so groſs als unter jenem. Statt der Neigungsnadel kann man auch in den meisten Gegenden der Erde die Abweichungsnadel zu diesen Versuchen anwenden, indem es einerlei ist, ob die Ablenkungen vom magnetischen Strome in verticaler Ebene oder in einer darauf senkrechten statt finden, sofern sie nur in einer Ebene vor sich gehn, welche die magnetische Neigung durchschneidet. Ist jedoch dieses nicht der Fall, indem bei der Abweichungsnadel die Ebene der Schwingungen meist

horizontal ist, so wird die Nadel SN nur von einem Theile der magnetischen Kraft CB afficirt und die Schwingungszeit der horizontalen Nadel muſs in dem Maſse vergröſsert werden, als die Linie CB gröſser ist, als CN. Das Verhältniſs dieser Linien hängt offenbar von der Gröſse des Winkels i ab, welcher die magnetische Neigung vorstellt, und man hat Fig. 116.

$$CN : CB = \text{Cos. } i : 1.$$

Wird also die an einer horizontalen Magnetnadel beobachtete Schwingungszeit durch den Cosinus der magnetischen Neigung des Orts dividirt, so erhält man diejenige Zahl von Schwingungen, welche eben diese Nadel gezeigt haben würde, wenn man sie in einer Ebene hätte schwingen lassen, in welcher die Neigungslinie selbst liegt. Die Physiker, welche die Instruction zu La Perouse's Reise entwarfen, scheinen die ersten zu seyn, welche diese Art, den Erdmagnetismus zu untersuchen, ins Leben riefen, und Lamanon soll auf jener Reise eine groſse Menge solcher Beobachtungen gemacht haben, deren Verlust einen nicht unwichtigen Theil der groſsen Einbuſsen ausmacht, die mit dem Untergange jener durch ihre Ausrüstung und die Trefflichkeit ihres Führers so ausgezeichneten Expedition verbunden waren. Die erste ausgedehnte Reihe magnetischer Oscillationen verdanken wir der die Physik unsers Erdballs in allen Beziehungen so sehr erweiternden Reise Alex. von Humboldt's, die neuesten Expeditionen der Engländer und Franzosen haben dazu reiche Beiträge aus den entferntesten Stationen aller Erdtheile geliefert; in consequenter Forschung durchschiffte Sabine einen Erdquadranten vom Aequator bis zum Nordende von Spitzbergen für eben diesen Zweck, und der unermüdliche Forscher, dessen Name für alle Zeiten an die Lehre vom Magnetismus geknüpft seyn wird, Hansteen, hat durch eigene Reisen und diejenigen seiner Freunde eine groſse Zahl solcher Intensitätsbestimmungen zusammengebracht, welchen die magnetische Unveränderlichkeit des dazu gebrauchten Werkzeugs (des berühmten *Dollondschen Cylinders*) einen besondern Werth verliehn hat.

V. Elektromagnetismus.

Wir haben bisher den Magnetismus als ein Inhärens dreier verschiedener Körper betrachtet, je nachdem er in dem Ma-

gnetsteine oder dem harten Stahle oder als Erdmagnetis[r]
hervortrat. Die neuere, an überraschenden Entdeckungen
reiche Zeit hat uns noch ebensoviele andere Erregungs[…]
men der magnetischen Kraft aufgestellt, die wir, so lange
nicht durch vollgültige Beweise auf eine gemeinschaftliche [U]
sache zurückgeführt worden sind, unter ihren besondern Na[…]
aufführen müssen. Es sind dieses der *Elektromagnetismus*,
Thermomagnetismus und der *Rotationsmagnetismus*. Ob
diesen noch ein *Photomagnetismus*, *Chemomagnetismus* hin[…]
kommen müsse, bleibt entscheidendern Untersuchungen anhe[im]
gestellt.

Durch die uns zu Gebote stehenden Erregungsmittel [der]
Elektricität, die Reibung der Nichtleiter mit mehr oder [we]
niger vollkommenen Leitern und durch die Einwirkung zw[eier]
verschiedener Leiter in Verbindung mit Feuchtigkeit, wird [das]
elektrische Fluidum in seinen beiden Polaritäten zersetzt, [das]
vom Centrum der Entstehung aus einander fliehend, an [den]
äufsersten Grenzen des leitenden Körpers sich anhäufen [und]
von dort aus durch einen äufsern Weg sich mit Hefti[gkeit]
wieder zu verbinden streben. Gelingt ihnen dieses, so [tritt]
augenblicklich der Zustand des Gleichgewichts ein, und es [be]
darf einer neuen Erregung, um das nämliche Bestreben [wie]
der hervorzurufen, das, wenn die Leiter nicht zur unm[ittel]
baren Berührung gebracht werden können, durch Uebers[prin]
gen die Vereinigung bewirkt und dabei je nach der An[häu]
fung der Elektricität und der Gröfse des Apparats von [den]
zerstörendsten Wirkungen begleitet ist. Werden die [Leiter]
(*Conductores*) durch einen Zwischenleiter in continui[rliche]
Verbindung gebracht, so vermag die den letztern durch[strö]
mende Elektricität durch blofse Atmosphärenwirkung Ers[chei]
nungen hervorzubringen, die ganz ins Gebiet der mag[neti]
schen gehören. Hierzu eignet sich ganz vorzüglich w[egen]
ihrer fortgehenden Elektricitätserregung die Volta'sche S[äule]
und schwerlich hätte ohne den unvergleichlichen Apparat, [mit]
welchem Volta das entstehende Jahrhundert beschen[kte,]
zwanzig Jahre später der Däne Oersted den längst gesuc[hten,]
gehofften und bestrittenen Zusammenhang der Elektricität [mit]
dem Magnetismus gefunden. Das Wesentliche dieser Ersc[hei]
nung und ihre Verfolgung in alle bisher beobachtete Ei[gen]
thümlichkeiten ist im Art. *Elektromagnetismus* (Bd. III. S.

bis 647.) ausführlich dargestellt worden. Hier genügt es, auf den einfachen Fundamental-Versuch und die daselbst unter den Rubriken A, B, C, D, E in möglichster Vollständigkeit durchgeführten Erscheinungsformen desselben aufmerksam zu machen. Der Hauptversuch A besteht in Folgendem[1]. Wird der Verbindungsdraht eines Elektromotors (durch Ampère neuerdings *Rheophor*, von ῥέω ich fliefse und φέρω ich trage, der Träger des elektrischen Stroms, genannnt) im magnetischen Meridiane dergestalt ausgespannt, dafs der elektrische Strom vom Kupfer ausgehend von Norden nach Süden strömt, so zeigt eine in die Nähe dieses Drahtes gehaltene Magnetnadel während der Schliefsung der elektrischen Kette folgende Richtungen: a) befindet sich die horizontale Compafsnadel gerade unter dem Drahte, so weicht ihre Nordspitze nach Westen ab; b) ist sie über demselben, so geht sie um ebensoviel nach Osten hin; c) bringt man eine horizontalliegende Neigungsnadel auf die Westseite des Drahts, so senkt ihre Nordspitze sich niederwärts; d) bringt man sie auf die Ostseite desselben, so wird jene aufwärts gehoben. Der Anblick der *Figur N*, welche den Querschnitt des Drahtes darstellt, zeigt offenbar, dafs diese vier Erscheinungen nur die Projectionen einer Kreisbewegung sind, welche die Nordspitze der Magnetnadel um den horizontal ausgespannten Draht zu führen strebt. Wird die Richtung des elektrischen Stroms umgekehrt, so dafs der vom Kupfer ausgehende Strom von Süden nach Norden gehn mufs, so sind die Abweichungen der Magnetnadel zwar gleich stark, aber von entgegengesetzter Benennung; östlich wird westlich und umgekehrt. Erhält der Schliefsungsdraht eine verticale Richtung, so zeigt auch in dieser Lage die Nadel die Tendenz, sich um den Draht herumzubewegen. Liegt er schräg, so ist seine Wirkung auf die Magnetnadel dem Neigungswinkel proportional und stets ist seine Anziehung oder Abstofsung der Pole der Nadel auf seine Axe rechtwinklig und steht im umgekehrten Verhältnisse ihrer Abstände vom Drahte. Diese Kraft hat sich mit den bisherigen Apparaten nach Seebeck bis auf 10 Fufs spürbar gezeigt.

Fig. 117.

Eine zweite Wirkung des Elektromagnetismus besteht in

---

1 Wir folgen hier Muncke's Darstellung, welcher die verwirrenden Ausdrücke von *Links* und *Rechts* zweckmäfsig vermieden hat.

der Kraft, mit welcher (B) der Schliefsungsdraht Eisenf licht anzieht und Stahlnadeln bleibenden Magnetismus erthe. Der erstere Versuch erfordert etwas stärkere Elektromot und wird vorzüglich sichtbar, wenn der Schliefsungsdraht ei in horizontaler Ebene liegende Spirale bildet, deren Gä etwa 0,5 Zoll von einander abstehn. Das Eisenfeilicht dr sich vornehmlich nach der Mitte der Spirale und häuft s daselbst so an, dafs es aufrechtstehende Fasern von ½ Z Höhe bildet, die eine wahre Axe der Spirale vorstellen. eine Glastafel gestreut, die über die Spirale gelegt wird, o net es sich zu einem schönen Sterne, dessen Strahlen, v Centrum der Spirale ausgehend, ihre Windungen rechtwi lig durchschneiden.

Die Magnetisirung der Stahlnadeln gelingt vorzüglich g wenn diese quer über oder unter den geraden Schliefsu draht gelegt sind. Auch das Streichen ihrer Enden auf d selben in senkrechter Richtung macht sie magnetisch, zwar wird dasjenige Ende südpolarisch, das in derjen Richtung um den Draht geführt wird, in welcher der N pol der Magnetnadel ihn umkreist. Die Wirkung wird doch noch vollständiger, wenn man den Schliefsungsd selbst in eine cylindrische Spirale umbiegt, in welche Stahlstäbchen gelegt wird. Man erhält hierdurch nicht n den Vortheil der senkrechten Ausströmung des Leiters auf Stahl, sondern auch eine häufige *Wiederholung* des Schl fsungskreises und seiner Kraft, wie dieses schon in den o erwähnten platten Spiralen und am schönsten in Schweigg *Multiplicator* sich bewährt hat. Ist die Spirale rechts wunden, d. h. so wie die Gänge der gewöhnlichen Sch ben laufen, so wird die in den Cylinder gelegte Stahln an dem Ende, welcher dem Anfange des elektrischen Str näher liegt, *nordpolarisch*, ihr anderes Ende behält den S pol, und beides findet in umgekehrter Ordnung statt, wenn Spirale links gewunden ist. Die Kraft, mit welcher die E gewundenen Leiter durchströmt, ist so bedeutend, dafs Magnetisirung nicht nur in der Luft, sondern auch im W ser, im Eise und selbst dann vor sich ging, wenn die Na in einem gläsernen Cylinder sich befand, um welchen Schliefsungsdraht gewunden worden, also durch eine ni ganz dünne Glaswand von jenem geschieden war. In ein

t Kupferdraht umwundenen messingenen Cylinder war die Wirkung noch stärker, nur eine blecherne, d. h. eiserne Röhre dieselben auf[1]. Hierher gehören auch die bei der Auf-lung künstlicher Magnete erwähnten merkwürdigen Erre-gen eines sehr starken Magnetismus nach den Versuchen n Sturgeon, Pfaff, Moll und Henry, bei welchen be-ders die Wirksamkeit der durch einen Nichtleiter vom Ei-geschiedenen Drahtwindungen in auffallendem Maſse sich ährte.

Läſst man die eine Stahlnadel umgebenden, cylindrischen den in der Richtung ihrer Windungen abwechseln, so kann man dadurch auf der nämlichen Nadel mehrere abwech-de Pole hervorrufen. Legt man hingegen die Nadel auf ebene (Archimedische) Spirale so, daſs sie ein Diameter selben wird, so erhält sie an den Enden zwei gleiche, in Mitte den entgegengesetzten Pol; reicht sie von der äu-ten Windung bis zum Mittel, so erhält sie an den Enden zwei entgegengesetzten Pole. Bei allen diesen Versuchen ist gute Isolirung der Kupfer-, Messing- oder Eisendrähte ders zu sehn, die entweder durch Glaswände, freie und e Zwischenräume der Luft, oder durch gutes Ueber-en der Drähte mit Seide erreicht wird. Statt der e kann man sich, zumal bei langen Drahtwindungen, Seidenbänder, der Streifen von Wachstaffent und über-t des gut gewichsten gewöhnlichen Haubendrahtes be-en.

Bemerkenswerth ist bei den bisher angeführten Versuchen verschiedene Verhalten derjenigen Elektricität, welche von n gewöhnlichen Maschinen durch *Reibung* abgeleitet . Während ein einziger elektrischer Schlag hinreicht, mit der erwähnten Drahtwindungen eine Nadel magnetisch machen, so schien es hingegen eine Zeit lang nicht ge-n zu wollen, durch Ueberströmen von Funken den elek-en Leiter zum Anziehn von Eisenfeilicht kräftig zu ma-. und selbst mit sehr starken Entwickelungen der Schei-

---

1 Nach Savary hebt ein dicker Kupfercylinder die Magnetisirung ein *dünner* thut ihr keinen Eintrag, eine gewisse Dicke der Me-le scheint die Wirkung zu erhöhen.

banelektricität mochte kaum eine Ablenkung der Compafsn del von wenigen Graden erreicht werden. Mit einigem Gr de schrieb man dieses der grofsen elektrischen Spannung die bei den Reibungsapparaten, wie bei den sehr vervielfä ten Volta'schen Batterieen statt findet, wo gerade die Hef keit des Impulses am untauglichsten ist, die Trägheit ei mechanischen Moments zu überwinden. Seither haben jed die wohlgeleiteten Versuche des Dr. Colladon[1] es auf Zweifel gesetzt, dafs nicht nur die *Reibungselektricität* gehöriger Verstärkung bedeutende Ablenkungen der Magn nadel hervorbringe, sondern dafs selbst auch diejenige El tricität, welche die Natur bei Gewittern entwickelt, das näm liche vermöge. Colladon bediente sich hierzu eines Galvan meters mit zwei Magnetnadeln nach der Angabe von Nobil das 100 Drahtwindungen trug, und einer Batterie von 30 F schen, die 4000 Quadratzoll (28 Quadratfufs) Oberfläche hat das Galvanometer befand sich in einem besondern Zimmer u erhielt seine Zuleitung mittelst Drähte, die stark mit Se übersponnen und an seidenen Faden aufgehängt waren; an des ihrer Enden waren sehr feine Spitzen angelöthet, um Elektricität aus den Schlufsknöpfen der Batterie auszuzieh Diese wurde abwechselnd mit positiver und negativer El tricität geladen und jedesmal erfolgte regelmäfsig eine bald liche, bald westliche Ablenkung der Nadel bis auf etwa bis 30°, auch 40°, wenn man die Drahtspitze einem Flasch knopfe bis auf 1½ oder 2 Zoll näherte. Eben dieses fand st wenn man die Drähte verwechselte. Mit einer blofsen El trisirmaschine, einer Scheibenmaschine von 6 Fufs Durc messer und einer cylindrischen von Nairne erhielt man 3 bis 4 Grad Ablenkung. Als Colladon jedoch später nen Galvanometer von 500 Windungen anwandte, erhielt Resultate, die das Zehnfache der vorigen waren. Indem eine Draht mit dem Reibkissen verbunden und die Spi des andern dem Conductor in verschiedenen Entfernung entgegengehalten wurde, ergaben sich folgende Abl kungen:

---

1 Ann. de Chim. et de Phys. XXXIII. 62. Poggend. Ann. V 336.

2 Bibl. Univ. T. XXIX. 19.

Abstände	Ablenkung	Abstände	Ablenkung
0,1 Meter	18°	0,1 Meter	18°
0,2 -	10	0,05 -	19½
0,4 -	5½	0,025 -	20
0,8 -	3	0,01 -	20
1,0 -	2		

Die Ablenkung war also bei 1 Meter Abstand noch bemerkbar. Für kleinere Abstände gab die Cylindermaschine regelmäfsigere Abweichungen, mit drei Umdrehungen derselben in 1 Sec. erhielt man 36° Ablenkung. Die grofse Batterie von 4000 Zoll brachte die Ablenkung zum Maximum, bei vergröfsertem Abstande der Drahtspitze konnte man 65 Secunden lang eine constante Ablenkung von 30° erhalten. Eine einzige Leidner Flasche von 2½ Quadratfufs Oberfläche zog die Nadel um 32° ab.

Um die Wirkung der *atmosphärischen Elektricität* zu prüfen, wurde der eine Leitungsdraht des Galvanometers mit dem Ende einer Blitzableitung von 28 Fufs Höhe, der andere mit der Erde verbunden. Mit dem Galvanometer von 100 Windungen erhielt man während eines Gewitters Ablenkungen von 5, 12 und 20°. Mit demjenigen von 500 W. gingen sie bei einer andern Gelegenheit, ohne dafs es blitzte, nur beim Vorüberfliegen von drei Regenwolken mit heftigem Westwinde bis auf 50 und 60° und bei einem Gewitter bis auf 87°. In allen diesen Fällen war, wie auch sonst schon bemerkt worden ist, die Elektricität häufig wechselnd, bald positiv, bald negativ.

Hatte man einmal sich überzeugt, dafs der Magnet wirklich eine Kreisbewegung um den Schliefsungsdraht des elektrischen Stromes vollführe, so lag der Gedanke nicht fern, zu versuchen, ob auch das *Umgekehrte* statt finde, nämlich ob (C) *der Leitungsdraht durch den Gegeneinflufs des Magnetismus zu einer Bewegung um den Magnet veranlafst werden könne.* Der Erfolg entsprach der Vermuthung, und die Schwierigkeit, die ungehinderte leichte Kreisbewegung des Schliefsungsdrahts mit einer vollständigen Continuität der Leitung zu vereinigen, wurde von den Physikern durch kleine kreisrunde, mit Quecksilber gefüllte Canäle beseitigt, in welche die amalgamirten Spitzen jenes Drahts sich einsenkten. Verschiedene Apparate, unter welchen die von Faraday die ein-

fachsten und klarsten seyn dürften, setzen die Thatsache a fser Zweifel und gewähren eine Reihe von Versuchen, d für den Laien auffallend und unterhaltend, für den Physi als leitende Erscheinungen für die künftige Erforschung die räthselhaften Elemente im höchsten Grade merkwürdig si Von besonderer Wichtigkeit sind in dieser Beziehung auch d von H. Davy versuchten Darstellungen dieser Kreisbeweg in flüssigen Leitern, als Quecksilber, Wasser und der elekt schen Kohlenflamme, um so mehr, da auch die Natur uns den *Tromben* eine ähnliche Rotation als Folge eines conde sirten elektrischen Stroms darzustellen scheint.

Wenn der freibewegliche Schliefsungsdraht durch d Einflufs der künstlichen Magnete in gewisse Lagen und B wegungen gebracht wird, so mufs er auch (D) durch d Herrschaft des *Erdmagnetismus* zu bestimmten Richtungen g nöthigt werden. Ampère war der erste, der einen dur Spiralwindungen in seiner Wirkung verstärkten Schliefsung draht als bipolaren Magnet darstellte. Die verschiedenen Formen, unter welchen La Rive die gegenseitigen Einwirkungen von Elektricität und Magnetismus anschaulich machte, am meisten aber Raschig's *elektromagnetischer Compafs* setzen die Einwirkung des tellurischen Magnetismus aufser Zweifel. Bildet z. B. der Schliefsungsdraht einen einzigen, verticalschwebenden, freibeweglichen Ring oder auch ein Viereck, so wird er, durch eine Glasglocke vor dem Luftzuge gesichert, nach einiger Zeit eine Richtung annehmen, dafs seine Verticalebene durch den magnetischen Ost- und Westpunct geht; noch entschiedener ist der Erfolg, wenn der Draht aus vielen parallelen cylindrischen Spiralwindungen besteht, deren Axe horizontal ist; diese wird sich in den magnetischen Meridian stellen und ein solches Instrument könnte einigermafsen die Stelle einer Magnetnadel vertreten.

Ist einmal dieses anerkannt und angenommen, dafs den Schliefsungsdrahte des elektrischen Stroms die beiden Hauptattribute des Magnetismus, Anziehung des Eisens (nach B und Polarität (nach D) zukommen, so ist es auch unschwer auf den Schlufs zu gerathen (E), dafs *zwei solcher Dräht auf einander nach Art der Magnete einwirken.* Nicht nu wird, wie die Versuche zeigen, der oben angeführte Stellvertreter einer Magnetnadel, der in eine cylindrische Spirale ge

wundene Kupferdraht, am *geradlinigen* Schliefsungsdrahte östlich und westlich abgelenkt, sondern auch zwei gleiche *Vi-*
tremagnete solcher Art äufsern auf einander die nämlichen *An-*
ziehungen und *Abstofsungen*, wie rechte Magnetnadeln, ja sogar bei stärkerer Wirkung des einen und grofser Beweglichkeit des andern Schliefsungsdrahtes läfst sich auch die *Rotation* des letztern zuwege bringen.

Wir haben oben, als von den verschiedenen künstlichen Magneten die Rede war, der aufserordentlichen Wirksamkeit gedacht, mit welcher ein geringes Volta'sches Element mit Hülfe des Schweigger'schen Multiplicators bedeutende magnetische Kraft zuwege bringt. Es wird hier der Ort seyn, das Geschichtliche dieser merkwürdigen Entdeckung noch weiter mitzutheilen, um so mehr, da, so viele Physiker sich auch mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, die wesentlichen Bedingungen dieser magnetischen Entwickelung und das sicherste Verfahren bei derselben noch keineswegs so erschöpft oder aufser allen Widerspruch festgesetzt sind, dafs man sich getrauen dürfte, eine genügende Theorie dieser auffallenden Erscheinung aufzustellen. Wenn auch die neuesten Versuche der europäischen Physiker durch ihre Mannigfaltigkeit und Genauigkeit in der letzten Zeit dazu mehr Beiträge geliefert haben, als diejenigen des neuen Continents, so bleibt doch diesen der Ruhm, die gröfsten und überraschendsten Experimente in diesem neuen Gebiete gemacht zu haben.

Prof. Henry's überraschende Versuche munterten bald auch andere Physiker zur Nachahmung auf. Prof. J. W. Webster an der Harvard-Universität und Dr. Hare an der von Pensylvania erhielten nicht minder auffallende Proben von der ungemeinen Wirksamkeit des Multiplicationssystems durch Drahtumwindungen[1]. Der erstere bemerkte besonders die *lange Dauer* der magnetischen Erregung, indem sein Eisenmagnet ein Gewicht von 112 Pfd. noch 21 Stunden lang zu tragen fortfuhr, als die Metallplatten von der Säure entfernt und vollkommen trocken geworden waren. Statt der kostspieligen Umspinnung der Drähte mit Seidenfaden räth er an, sie mit Siegellackfirnifs zu überziehn. Hare befolgte eben diese Methode und machte einige Versuche über die Art des Auf-

1 Silliman's Americ. Journ. XX. 1. p. 143.

wickelns der Drähte, indem er das nämliche Drahtstück 15 F. Länge zur Hälfte erst links, dann wieder rechts wand. Die Anfangsstücke aller Windungen löthete er an nen starken Bleidraht zusammen, und eben so ihre Endst Er fand jedoch in der Wirkung keinen Unterschied, nach cher Richtung die Drähte aufgewunden seyn mochten. E so wenig schien die Menge der Windungsstellen einen flufs zu haben. Sein Magnet war erst mit 4 Windungen, an jedem Schenkel, versehn; als er ihm hierauf 6 und 8 W dungen gab, bemerkte er nicht nur keinen verhältnifsmäß sondern überhaupt keinen Zuwachs.

Statt des Drahts kann man nach Hare den Magnet mit Streifen von Zinnfolie, die durch Papier getrennt umwickeln. Er behauptet, dafs ein Zinnstreif von 17 Länge und einem halben Zoll Breite wirksamer sey, als umsponnenen Drahtes.

Mit vier Drahtwindungen hielt ein eiserner Magnet $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser und 20 Zollen Länge etwa 90 Pfd. gegen trug ein kürzerer Magnet von 1 Fufs Länge von nämlichen Stange und mit denselben Windungen 112 Pf.

Sehr wirksam zeigen sich diese temporären Magnete Magnetisirung der stählernen. Einer der letztern, der a fangs nur $\frac{1}{4}$ Pfd. trug, hob, nachdem er nur zweimal mit d magnetischen Eisen auf gewöhnliche Weise bestrichen word war, 4 Pfd.

Hare brachte den Träger eines Eisenmagnets, der Pfd. trug, und dessen Drähte durch eine Batterie von 1 Q dratfufs erregt wurden, mit dem einen Pole seines grof Calorimotors von 50 Quadratfufs in Verbindung und schl dann den Umlauf am Scheitel des Hufeisens. Der entgege gesetzte Strom machte zwar das Gewicht abfallen; doch w der Magnetismus noch nicht zerstört und das Eisen trug no etwa die Hälfte des vorigen Gewichts.

Noch auffallender sind die Resultate, welche die früh erwähnten Physiker Henry und Ten Eyck später mit eine gegen den ersten nur wenig vergröfserten Apparate erhielte Der eiserne Magnet wog 59$\frac{1}{2}$ Pfd. und war aus einer 3 Zo dicken viereckigen Stange schwedischen Eisens von 30 Z Länge gebildet, die in ein Hufeisen von 11$\frac{1}{2}$ Z. Höhe un gebogen war. Die innere Distanz der Pole betrug 3$\frac{1}{2}$ Zo

und das Ganze war vor dem Umbiegen auf den Kanten flach gehämmert worden, so dafs sein Querschnitt ein regelmäfsiges Achteck bildete, dessen Perimeter 10¾ Zoll fafste. Der Träger hatte 3 Z. in Kanten, war 9½ Z. lang und wog 23 Pfd. Er war in seiner Mitte abgerundet, um einen eisernen Bügel aufzunehmen, an welchem die Gewichte angehängt wurden. Das Hufeisen war in 26 Abtheilungen mit messingenem Glockendrahte umwickelt, der mit Baumwollfäden umsponnen war; jede Abtheilung fafste eine Drahtlänge von 28 Fufs, die keinen vollen Zoll auf dem Magnete einnahm; die Drahtenden standen etwa 1½ F. heraus, um leicht mit einander verbunden zu werden. In der Mitte des Hufeisens lagen drei, nahe bei den Polen sechs Drahtdicken über einander; das Ganze bildete eine Länge von 728 F.

Auf jeder Seite des hölzernen Traggestells befand sich eine kleine Batterie von 12 Zoll Höhe und 5 Z. Durchmesser, aus concentrischen Kupfer- und Zinkcylindern gebildet; sie bot der Säure 4⅞ Quadratfufs dar. Durch Einsenken in die Säure konnte jede derselben einzeln in Thätigkeit gesetzt werden, und sie waren dergestalt mit den Drähten des Hufeisens verbunden, dafs, sowie man die eine oder andere einsenkte, die magnetischen Pole sogleich umgewendet wurden.

Bei den ersten Versuchen wurde dieser Magnet mit einer Batterie von ⅕ Quadratfufs in Verbindung gebracht und trug sogleich 500 Pfd. Mit einer an Zinkfläche dreimal gröfsern Batterie stieg seine Kraft augenblicklich auf 1600 Pfund und trug, selbst als die Säure entfernt wurde, noch einige Minuten lang 450 Pfd., ja sogar konnte man, bei einem der Versuche, drei Tage, nachdem die Batterie in Thätigkeit gesetzt worden war, noch über 150 Pfd. dem Träger anhängen, ehe er abfiel. Senkte man die Batterie nur einen Zoll tief und nur für einen Moment in die Säure, so blieb der Träger von 23 Pfd. noch Tage lang hängen, obwohl die Elektromotoren ganz trocken waren. Mit einer der vorerwähnten Batterieen von 4⅞ Quadratfufs Oberfläche trug der Magnet sogleich 2000 Pfund und späterhin bis auf 2063 Pfd. Eine gröfsere Batterie ward nicht versucht.

Um die Kraft des magnetischen Stroms zu prüfen, brachte man zwischen den Polen und dem Träger zwei runde Eisenstäbe von 1¼ Zoll Durchmesser und 12 Zoll Länge an, und

selbst mit dieser Anordnung konnte man dem Träger noch 15½ Pfd. anhängen.

Der Magnet wurde sodann mit 56 Pfd. oder (den Träger eingerechnet) mit 79 Pfd. belastet, die eine Batterie in die Säure gesenkt und gleich wieder herausgezogen, wobei das Gewicht hängen blieb. Schnell wurde dann auch die andere Batterie niedergelassen und dadurch die Pole so schnell umgewendet, daſs das Gewicht nicht Zeit hatte zu fallen. Daſs der Wechsel der Polarität wirklich statt gefunden hatte, bewies eine groſse Compaſsnadel, die in die Nähe des einen Pols gesetzt worden war.

Bei einer Wiederholung seiner Versuche mit einem kupfernen Flaschenapparate, dessen benetzte Zinkfläche ungefähr 11 engl. Fuſs Oberfläche haben mochte, erhielt von Moll ähnliche Resultate. Das Hufeisen hatte 8½ Z. engl. Höhe bei 1 Z. Durchmesser und war von einem Kupferdrahte von ⅛ Z. Dicke 83mal umwunden. Beides zusammen wog 2½ Kilogramm. Der Träger wog 0,63 K. oder 1¼ Pfd. Die Enden des umgewundenen Drahtes tauchten in die nämlichen Quecksilbergefäſse, in welche die Leitungsdrähte des Volta'schen Elements gesenkt waren. Im Augenblicke der Berührung erhielt das Eisen soviel magnetische Kraft, daſs es 25 Kilogr., ja später 38 K. trug. Sein Südpol befand sich an dem Ende, dessen Draht mit dem Zink in Berührung trat. Auch hier zeigte sich, daſs bei einer Unterbrechung des Stroms die magnetische Wirkung noch eine Zeit lang fortdauerte, indem das Eisen selbst eine Viertelstunde nachher noch 25 K. trug, daſs aber eine Umkehrung desselben das Gewicht sogleich fallen machte. Nur leichte Eisen- oder Stahlstücke blieben während des Ueberganges der Elektricitäten hängen. Die stärkste magnetische Wirkung findet immer im Anfange des Versuchs statt. Stählerne Nadeln und Stäbe am magnetischen Eisen gerieben werden bis zur Sättigung magnetisirt.

Quetelet, der mit einem spiralförmigen Elektromotor nach Hare's Construction von 1,36 Quadr.-Meter Oberfläche diese Versuche wiederholte, erhielt weniger starke Anziehungen. Er versuchte den Einfluſs der Gröſse der Metallflächen auf die Stärke der magnetischen Wirkung zu bestimmen. Das Hufeisen und der mit Seide umwickelte grobe Draht war von den nämlichen Dimensionen, wie bei von Moll. Als man bei

dem erwähnten Apparate die Flüssigkeit allmälig ablaufen liefs, fiel die Belastung erst ab, als nur noch etwa $\frac{1}{8}$ der Oberfläche in der Auflösung stand, wobei freilich die schlechte Isolirung der Weidenruthe, welche die Metalle auseinander hielt, noch einige Wirkung verursachte. Um jedoch das vorige Gewicht, das nicht über $1\frac{1}{2}$ Kilogr. ging, wieder anhängen zu können, mufste man so viel Säure eingiefsen, dafs $\frac{1}{8}$ des Volta'schen Elements eingetaucht waren, und das Gewicht fiel bereits ab, als etwa die Hälfte der Flüssigkeit abgelassen war. Später vermochte der Apparat selbst bei voller Anfüllung des Troges höchstens noch 1 Kilogr. zu tragen. Quetelet schreibt den schlechten Erfolg der Beschaffenheit des Eisens zu.

Bei einem zweiten Versuche mit einem andern Hufeisen, das 2 Kilogr. wog und 83mal mit Kupferdraht umwunden war, war die Wirkung günstiger. Die Volta'sche Kette hatte die Form eines Rectangels und das Zink auf einer Seite $11\frac{1}{2}$ Fufs Oberfläche. Es war eine Tafel von 60 Zoll Breite, die allmälig in die Flüssigkeit eingesenkt wurde. Kaum war sie auf $2\frac{1}{2}$ Zoll eingetaucht, als das Eisen schon 18 Kil. trug; allein bei einer zweiten Eintauchung auf eben diese Tiefe kam die Wirkung nur auf 8 K. Als man die Tafel bis auf $20\frac{1}{2}$ Zoll einsenkte, ging sie nicht über 17 K. und bei einer vierten Einsenkung auf 23 Zoll sogar nur auf 13 K. und bei totaler Eintauchung höchstens auf 16 K.

Man liefs nun den Zink trocken werden und tauchte ihn dann plötzlich in die alte Flüssigkeit ein; der Apparat trug 33 K. Es war also hier das Abnehmen der elektrischen Entwickelung, was die Tragkraft verminderte. Andere Versuche mit Volta'schen Elementen und mit Hufeisen verschiedener Gröfse angestellt zeigten, dafs die Stärke der Wirkungen mehr von der Gröfse der letztern als der erstern abhänge und dafs (wie auch die Experimente der americanischen Physiker bewiesen haben) grofse Hufeisen vielfach umwunden die Kraft bedeutend verstärken [1].

Die neuesten Versuche des Prof. von Moll [2] waren vornehmlich darauf gerichtet, die Gröfse der die Elektricität erzeugenden Flächen auf ihr Minimum zurückzuführen. Dazu

1 Ann. de Chim. L. 321.
2 Bibl. Univ. Juin. 1833. p. 228.

diente ein Hufeisen von 2 Z. dickem cylindrischem Eisen, b etwa 24 Zoll vollständiger Länge. Es war mit Seide überz gen, auf welcher die Windungen des $\frac{3}{16}$ Z. engl. dicken E sendrahtes unbedeckt lagen; mit diesen zusammen wog es Pfund.

Ein Flaschenapparat, dessen Zink $\frac{7}{8}$ Quadratzoll einfac Oberfläche hatte, brachte die Anziehung auf 12, 39 und Pfd. Kleine Münzen von Kupfer nebst gleichem Zinkstü von $\frac{3}{4}$ Quadratzoll Oberfläche gaben nur $6\frac{3}{4}$ und mit zwei Ku pfermünzen $14\frac{3}{4}$ Unzen. Dagegen trieb es eine französisch Kupfermünze von 2 Centimes mit $\frac{7}{8}$ Quadratzoll Oberfläche 2 Pfd. 5 Unzen; ein Goldstück von derselben Gröfse nur a 13 Unzen. Ein Silberstück von 50 Centimes, $\frac{3}{4}$ Z. Fläch gab 13 Pfd. 3 Unzen, also 31mal mehr als eine ebenso groß Kupfermünze. Offenbar war diese Oberfläche im Verhältnis des Hufeisens viel zu klein. Denn eine Zinkplatte von Zoll Quadratfläche zwischen zwei ebenso grofsen Kupferpla ten bewirkte eine Anziehung von 80 Pfd., welche durch ei nen Kupfertrog von $10\frac{1}{2}$ Zoll Zinkfläche sogar auf 224 Pfd gesteigert wurde.

Ueber das Vermögen des Elektromagnets, seinen Ma gnetismus auch nach dem Oeffnen der Volta'schen Kette behalten, hat besonders Ritchie[1] Versuche angestellt. zeigt, dafs hierin vieles von der Beschaffenheit und Weich heit des Eisens abhänge, dafs aber die *Länge des magnet schen Bogens* die Hauptbedingung ausmache. Er hatte dr Magnete, aus dem nämlichen Eisen verfertigt, die mit d Volta'schen Batterie verbunden nahe gleiche Kraft zeigte einen von 6 Zoll im Bogen, einen andern von 1 Fufs u einen dritten von vier Fufs. Wird die Batterie geöffnet, fällt beim ersten der Anker fast augenblicklich ab, beim zwe ten trägt er eine geraume Zeit noch mehrere Pfunde und bei dritten erfordert er ein noch gröfseres Gewicht und länge Zeit, um ihn abfallen zu machen. Ritchie sucht den Gru dieser Erscheinung in der Lage der Molecülen, welche i kürzern Bogen leichter in ihr natürliches Gleichgewicht z rückkehren.

1 Philos. Mag. Ser. III. Vol. III. p. 122. Poggend. Ann. XXI 464.

Ueber die Wirkung der Spiralumwindungen eines temporären Hufeisenmagnets hat Dal Negro[1] in Padua neue Versuche bekannt gemacht, welche die früher von den americanischen Physikern aufgestellten Sätze meistens bestätigen, zuweilen auch ihnen entgegen sind. So fand er z. B. der Behauptung von Hare entgegen, dafs ein mit Draht vollständig umwickeltes Hufeisen doppelt soviel Gewicht trug, als wenn es nur mit der halben Drahtlänge umzogen war. Dabei war es ganz einerlei, ob diese halbe Drahtlänge an einem oder am andern Schenkel allein, an der convexen Stelle des Hufeisens oder an seinen beiden Enden umgewunden war. Auch erhielt das Eisen seine ganze Tragkraft, es mochte die ganze Drahtlänge continuirlich oder in zwei getrennten Stücken umgewickelt seyn.

Zwei Hufeisen, aus dem nämlichen Stücke geschnitten, von gleichem Gewichte, gleicher Biegung, Länge und Entfernung der Pole, wurden mit gleichviel Windungen eines gleich dicken Drahts umwickelt und dem elektrischen Strome ausgesetzt. Das eine war cylindrisch, das andere prismatisch. Das erstere trug 18,2 Kilogr., das letztere nur 1,07 K. Bei einem Hufeisen, dessen einer Schenkel cylindrisch, der andere prismatisch war, war die Kraft des cylindrischen Schenkels nur $\frac{1}{4}$ von der Totalwirkung des ganzen cylindrischen Magnets. Das vierkantige Hufeisen umwickelte man mit kreisförmigen Spiralen, das cylindrische mit viereckigen. Das letztere verlor dadurch nur wenig in der magnetischen Wirkung gegen die ganz berührende Umwickelung, das erstere blieb, wie wenn die Umwindungen anliegend und viereckig gewesen. Die *Gestalt der Windungen* thut also nichts zu Sache. Gute Berührung ist immerhin vortheilhaft.

Spiraldrähte von Kupfer brachten eine Tragkraft von 5,9 Kil. zuwege; ähnliche von Eisen nur 1,8, also nicht einmal den dritten Theil. Dafs von Moll umgekehrt den Eisendraht viel wirksamer fand, kam daher, weil er beim Kupferdraht das Hufeisen nicht mit einer isolirenden Hülle versehn

---

1 Ann. delle Science del reg. Lomb. Veneta. Sett. ed Ott. 1832. und Baumgartner Zeitschr. f. Phys. und verwandte Wissenschaften. II. 92.

hatte. Dickere Drähte leisten mehr als dünne; doch hat a
dieses seine relativen Grenzen.

Drähte, wenn sie durch Seide von einander und
Eisen gut isolirt sind, geben, über einander hingewunden,
stärkere Wirkung. Besser ist es, wenn sie parallel la
als wenn sie sich quer durchkreuzen; doch ist der Untersc
nicht bedeutend.

Dafs die *cylindrische Form der Hufeisen* hierbei die
theilhafteste sey, ist schon oben erwähnt worden. Die T
kraft vermehrt sich mit der *Gröfse.* Drei Hufeisen, d
Gewichte 0,29; 0,35 u. 1,5 K., also im Verhältnisse der
len 10; 12 und 51 standen, trugen im Mittel 11,6; 11,5
36,3 K.; im Maximum 11,5; 12,8 und 41,0 K. Die Tra
ist also nicht im kubischen Verhältnisse ihrer Dimensi
wahrscheinlich nur im Verhältnisse ihrer Oberflächen, w
jedoch, da die Durchmesser nicht angegeben sind, sich
nicht bestimmen lassen. Hohle Cylinder nahmen gar k
Magnetismus an.

Wichtig ist die Form und auch die Masse des An
Ein Anker, dessen berührende Fläche cylindrisch-convex
trug beinahe doppelt soviel (im Verhältnisse von 5:9) als
ner mit planer Oberfläche. Ein Anker von 1 K. Gewicht
90 K., während einer von 2 K. es auf 108 K., also u
höher brachte.

Die Entfernung der Pole des Hufeisens von einander
ohne Einflufs, so lange sie nicht kleiner als 1 par. Zoll v
dann aber verstärkte sie die Tragkraft um $\frac{1}{10}$. Die überst
sige Länge des Ankers war gleichgültig. Ob die Hufe
polirt oder roh waren, schien keinen Unterschied zu mac
da sie in beiden Fällen mit Seide umwickelt wurden.

Ueber die Gröfse des Elektromotors geben die Vers
von Dal Negro keine entscheidende Aufschlüsse. Eine Z
fläche von $\frac{1}{4}$ Quadratfufs gab bei dem vorerwähnten Hufe
von 1,5 K. Gewicht nur 16,8 K. Tragkraft, wo eine von
Quadratfufs 36,3 K. bewirkte; das Verhältnifs der Flächen
etwas kleiner als 1 zu 3, das der Gewichte 1 zu 2,16. M
rianini hatte das vortheilhafteste Verhältnifs der Kupferfläc
zur Zinkfläche wie 3:1 angegeben; es hängt jedoch n
Bigeon's Erfahrungen vom Abstande dieser Flächen ab,

dafs er bei 9 Lin. Abstand derselben wie 3:5, bei 4 Lin. wie 1:2 sey.

Untersuchungen über die günstigste Mischung der verdünnten Säuren haben wir ebenfalls Bigeon[1] zu verdanken. Sie besteht nach ihm aus $\frac{1}{20}$ Salpetersäure mit $\frac{1}{30}$ Schwefelsäure in Wasser. Die Gasentwickelung am Zink ist gering, die Wirkung am Galvanometer 120°. Schwefelsäure allein zerstörte den Zink. $\frac{1}{20}$ derselben brachte es bis auf 106°; eben dieses that auch $\frac{1}{20}$ Salpetersäure, doch ohne den Zink anzugreifen. Von dem im Handel vorkommenden Chlor gab $\frac{1}{20}$ nur 58° am Galvanometer und zerstörte den Zink.

In hohem Grade merkwürdig ist die Entdeckung Dal Negro's, dafs die magnetisirende Kraft des Volta'schen Apparats nicht sowohl vom Flächeninhalte der Platten, als vielmehr von der Gröfse ihres Perimeters abhängig sey. So erregte eine quadratische Zinkplatte eine Tragkraft von 9,26 Kilogr.; eine rectanguläre von derselben Oberfläche gab 17,18 K. Man könnte annehmen, dafs die an der Fläche entwickelte Elektricität als expansives Fluidum nach dem Rande hin getrieben würde, dafs aber die Entwickelung in der Mitte nicht weniger thätig sey; allein auffallender Weise sind hohle, rahmenförmige Platten beinahe nicht minder wirksam als volle. Eine quadratische Zinkplatte von 1,45 (?) Quadratzoll Oberfläche gab eine Kraft von 26 K. Als aber ein viereckiges Stück aus derselben geschnitten ward, so dafs nur ein Zinkrahmen von 3 Lin. Breite übrig blieb, gab dieser Rahmen die Kraft von 24 K., das herausgeschnittene Stück die von 24,4 K., und als dieses in einen 2 Lin. breiten Rahmen verwandelt wurde, leistete es noch eine Kraft von 19,5 K.

Verschiedene nicht ganz dünne Zinkrahmen wurden nun mit einer isolirenden Masse aus Pech und Siegellack überzogen und dann in ein mit saurem Wasser gefülltes Kupfergefäfs gesetzt. Als der äufsere Rand entblöfst ward, erhielt man eine Kraft von 3,0 K., und nachdem auch die innere Kante entblöfst worden war, 9,3 K. Die Entfernung des isolirenden Ueberzugs auf der einen breiten Fläche des Rahmens selbst brachte die Anziehung auf 16,9 K., und als auch die andere

[1] Ann. de Chim. 1831. I. p. 80.

Seite entblöſst wurde, auf 17,0 K. Auch hier war also Rand wirksamer als die breitere Fläche.

Diese vorzügliche Wirksamkeit der Ränder zeigt sich bei den Kupferplatten. Ein Element, bestehend aus e Zinkstreifen oder Zinkdraht in einer mit saurem Wass füllten Kupferrinne, liefert die kräftigsten Magnete und gute Funken.

Diese neue Entdeckung Dal Negro's über die Unt keit der mittlern Räume der Metallflächen bezieht sich je nur auf die magnetische Wirksamkeit; die wärmeerre Kraft hingegen richtet sich nicht nach dem Umfange, so nach der Oberfläche der Platten.

VI. Thermomagnetismus.

Hatte die Lehre vom Magnetismus durch die Elekt eine höchst wichtige Erweiterung erhalten, so vergalt s bald nachher den Dienst durch die Mittheilung eines I ments, das, an sich nur die magnetische Erregung zu m bestimmt, zugleich auch ihrer nächsten Ursache, der el schen, zum Maſse dienen konnte. Es war das magne *Galvanometer*, oder die Abweichung der Boussole in der des elektrischen Schlieſsungsdrahtes, verbunden mit de fruchtbaren Principe der Vervielfachung einer an sich sc chen Wirkung durch die Schweigger'schen Umwindungen. diesem ungemein empfindlichen und in Maſsbestimmungen meisten Elektrometern überlegenen Instrumente wurde m den Stand gesetzt, elektrische und elektromagnetische W kungen wahrzunehmen, deren Schwäche und Feinheit wohl noch lange unserm Auge entzogen hätte. Durch d gelang es dem scharfsinnigen Seebeck, eine neue Quelle gnetischer Erregung zu entdecken, zu der uns nur sp noch nicht genugsam vorbereitete Erweiterungen der Elekt tätslehre hätten führen können und die man vorjetzt mit Namen des *Thermomagnetismus* (durch Wärme erzeugter gnetismus) bezeichnet hat.

Die Verfolgung der Versuche Oersted's hatten Seebe

---

1 S. hierüber Poggend. Ann. VI. 1. und folg.

auf die Vermuthung geleitet, dafs, auch ohne Mitwirkung eines feuchten Zwischenleiters, die blofse Berührung zweier Metalle im elektrischen Kreislauf Magnetismus erzeugen könnte; eine Idee, auf die ihn auch Volta's Fundamentalversuch von der durch trockene Berührung zweier Platten hervorgebrachten Contactelektricität hätte führen können. Er verband damit die treffende und auf das Wesen der Sache eindringende Idee, dafs nicht so sehr die Erregung im Berührungspuncte der Metalle, als vielmehr die Ungleichheit dieser Actionen an den beiden Metallen die magnetische Polarisation der ganzen geschlossenen Kette begründe. Diesem Gedanken folgend versuchte Seebeck eine neue Combination mit zwei Metallen, die sich ihm früher in manchen Stücken als abweichend und eigenthümlich erwiesen hatten, mit Wismuth und Antimon. 1) Eine Scheibe von *Wismuth* unmittelbar auf einer Kupferscheibe liegend, zwischen die beiden Enden eines im magnetischen Meridiane liegenden spiralförmig gewundenen Kupferstreifens von 40 Fufs Länge und 2½ Linien Breite gebracht, zeigte beim Schliefsen des Kreises sogleich eine deutliche Deklination der Magnetnadel. Lag die Spirale gegen Norden und ihre Enden gegen Süden, so wich der Nordpol der Nadel um einige Grade westlich ab, wenn das obere Ende der Spirale auf die Wismuthscheibe niedergedrückt wurde. Die Deklination war dagegen östlich, wenn die Spirale im Süden und die Metallscheibe im Norden lag. 2) Eine Scheibe von *Antimon* an die Stelle der Wismuthscheibe gebracht zeigte bei den nämlichen Lagen gerade die entgegengesetzten Abweichungen, nur etwas schwächer. 3) *Zink* zwischen die Enden der Spirale gelegt bewirkte *keine* Deklination, ebensowenig vermochten das Silber oder Kupfer, einzeln oder in Verbindung mit Zink. — Bei diesen Versuchen hatte der Experimentator das freischwebende Ende des Streifens jedesmal auf die Metallscheibe mit den Fingern niedergedrückt. Man konnte daher vermuthen, dafs die Feuchtigkeit der Hand an diesen ungleichen Erregungen einigen Antheil habe; allein das gänzliche Ausbleiben der magnetischen Spannung bei der Verbindung des Zinks mit dem Kupferstreifen, selbst als das obere Ende der Spirale mit einer nassen Pappscheibe auf die Wismuthscheibe gedrückt wurde, stand diesem Verdachte entgegen. Noch mehr wurde er widerlegt, als die Ablenkungen, obwohl

schwächer, sich einstellten, wenn die Niederdrückung Metallstäbchen bewerkstelligt wurde, die der Erfinder zwi den Fingern hielt, oder wenn er die auf die Wismuth- oder timonscheibe gelegte Spirale mit einer dünnen Glasscheibe deckte und diese eine Zeit lang mit der Hand berührte Wurde das obere Ende der Spirale auf der Wismuthsc befestigt und das untere Ende mit der Hand an die Fläche des Wismuths angedrückt, so war die Deklinati oben in 1) angegebenen entgegengesetzt. Es zeigte si keine Deklination, als beide Enden der Spirale zugleic den Fingern an die Wismuthfläche angedrückt wurden, ebensowenig erfolgte diese, wenn man die Enden der S mit zwei Fuſs langen Stäben von Glas, Holz oder Metall derdrückte; aber sie trat stets wieder ein, wenn die Ha nähert wurde und eine Zeit lang dort verweilte. Es war jetzt keinem Zweifel mehr unterworfen, daſs die *Wärme*, che sich von der Hand dem einen oder andern Berüh puncte mittheilte, hier das Hauptagens des erregten M tismus seyn muſste.

Eine Menge mannigfaltig abwechselnder Versuche geraden und kreisförmiggekrümmten Stäben von Wismuth Antimon, die, an einer Stelle über einer Flamme örtlich wärmt, an denjenigen Puncten mit den Enden der Spiral Berührung kamen, wo ihre Temperatur am umgleichsten folgten dieser merkwürdigen Entdeckung, die, wie die e Erzählung Seebeck's zeigt, nicht etwa ein glücklicher I sondern das Ergebniſs unermüdlicher Forschung und sc sinniger Aufmerksamkeit war, wenn er selbst es auch mied, sie als das Resultat *a priori* gehegter Schlüsse d stellen. *Temperaturdifferenz an den beiden Berühru puncten des metallischen Kreises* ist also die neue Quelle nes freiwerdenden Magnetismus oder, was diesem wohl angeht, der *Elektricität*.

1) Je gröſser diese Differenz ist, um so stärker ist die magnetische Spannung in diesen Ketten, wenn sie g nicht immer mit jener gleichen Schritt hält. Selbst künst Erkältung des einen Berührungspunctes bringt jene Pola tion hervor, wie dieses aus folgendem Versuche erhellt. Ring, halb aus Antimon von $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke und halb aus e nem, $\frac{1}{2}$ Zoll breitem Kupferblech bestehend, wurde in

mischung aus 2 Theilen Schnee und 3 Theilen fein gepulvertem salzsaurem Kalk gestellt, und zwar so, dafs das Antimon im Süden und das Kupfer im Norden stand. Die Magnetnadel innerhalb des Kreises wich bleibend um 8° östlich ab, als bei — 6° R. im Zimmer der untere Berührungspunct bei — 3° R. erkaltet war. Innerhalb eines viereckigen Rahmens aus zusammengelöthetem Wismuth und Antimon wich die Nadel um 3° westlich ab und hielt sich fast eine halbe Stunde so, als Wismuth und Antimon im Norden stand, der untere Berührungspunct — 43° R. und der obere — 6° R. hatte.

2) *Vergröfserung der Oberfläche* der sich berührenden Metalle scheint die Wirkung nicht zu verstärken. Wismuth- und Antimonscheiben von 6 Z. ins Gevierte, mit Kupferscheiben von gleicher Gröfse verbunden, gaben keine stärkere Wirkung als Scheiben von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser bei gleich starker Erhitzung des sie verbindenden Kupferbogens.

3) *Unmittelbare Berührung der Metalle* ist ferner eine wesentliche Bedingung zur magnetischen Polarisation derselben durch Temperaturdifferenz. Ein Blatt Papier, ein Goldschlägerhäutchen oder eine mit Wasser benetzte Pappscheibe zwischen die Metalle am kalten Berührungspuncte geschoben hebt die Wirkung auf.

Das Verfahren, welches Seebeck bei Untersuchung des magnetischen Verhaltens zweier Metalle gegen einander vorzugsweise anwandte, war folgendes. Die Metalle wurden Fig. mit einander verbunden und unter den Metallbogen bei b eine 118. kleine Scheibe gelegt, entweder von demselben Metalle, wie das, was untersucht werden sollte und die Stelle von A und B vertrat, oder, wo dieses nicht geschehn konnte, eine von reinem Kupfer. Das letztere Verfahren ist das sicherste, hauptsächlich wenn man kleine Metallkörner zu untersuchen hat. Nur darf die Kupferscheibe nie das zwischen dem Bogen stehende Metall berühren.

4) Durch eine grofse Anzahl von Versuchen ergab sich, dafs die Metalle eine besondere *magnetische Reihe* bilden, die mit keiner der bekannten, aus andern Eigenschaften der Metalle abgeleiteten Reihen übereinstimmt. Jedes Metall dieser Reihe bewirkt, wenn es in die hier angegebene Lage gebracht und in b erwärmt wird, mit jedem in der Reihe über ihm stehenden (hier an die Stelle von B und A tretenden)

Metalle eine *östliche* Deklination und mit jedem der in Reihe *unter* ihm stehenden eine *westliche* Deklination d· Innern des Kreises schwebenden Magnetnadel.

Oestlich.

1) Wismuth	10) Messing Nr. 1.	19) Chrom.	28) Wolfr
2) Nickel	11) Gold Nr. 1.	20) Molybdän	29) Platina
3) Kobalt	12) Kupfer - 1.	21) Kupfer Nr. 2.	30) Kadmi
4) Palladium	13) Messing - 2.	22) Rhodium	31) Stahl.
5) Platina Nr. 1.	14) Platina - 2.	23) Iridium	32) Eisen.
6) Uran	15) Quecksilber	24) Gold Nr. 2.	33) Arsen
7) Kupfer	16) Blei	25) Silber	34) Antim
8) Mangan	17) Zinn	26) Zink	35) Tellur
9) Titan	18) Platina Nr. 3.	27) Kupfer Nr. 3.	

Westlich.

5) Werden zwei mit einander verbundene Metalle ihrem n Pol nach Norden gerichtet, so steht, wenn der me Berührungspunct sich *unten* befindet, das in dieser gnetischen Reihe höher stehende Metall im *Osten*, das i Reihe tiefer stehende im *Westen* und in dieser Bezi dürfte *Wismuth* das *östlichste* und *Tellur* oder zunächst *timon* das *westlichste* Metall der thermomagnetischen l zu nennen seyn.

6) Je weiter zwei verbundene Metalle in obiger T von einander abstehn, z. B. Wismuth und Antimon, stärker ist ihre Wirkung auf die Magnetnadel. Naheste geben nur schwache Wirkung, z. B. Blei und Zinn. Regel leidet gleichwohl noch je nach der Beschaffenhe combinirten Metalle ihre Ausnahmen.

7) Durch Veränderung des Aggregatzustandes der talle, z. B. durch Schmelzung, wird wohl (des gröſsern W me-Unterschiedes wegen) die Ablenkung stärker, ände doch keineswegs ihre Richtung. Die constante Dekli
Fig. 119. einer Magnetnadel in dem Apparate, wo Wismuth in e kleinen kupfernen Kessel im Fluſs erhalten wurde, l nach Schlieſsung mit einer Wismuthstange, die an dem pferblechstreifen K befestigt war, 60° östlich. Bei der wärmung durch die Hand war sie 5° bis 6° östlich gew Eben so zeigten Bogen von Kupfer, verbunden mit flie

in Zinn, Blei, Zink, Antimon, Messing und Silber, ebenso Bogen von Blei mit fliefsendem Zinn, oder umgekehrt Zinnbogen mit fliefsendem Blei, auch Bogen von reinem Golde mit fliefsendem Silber oder Kupfer unverändert dieselbe Art von Polarität, welche diese Ketten in niedriger Temperatur gezeigt hatten, nur war die Stärke derselben der jederzeit angewandten Hitze und der dadurch bewirkten Temperaturdifferenz proportional. Eine Ausnahme hiervon machten einige Metalllegirungen, die auch wohl bei verschiedenen auf einander erfolgenden flüssigen sowohl, als festen Zuständen der Legirung, die sie vorher in der Tafel der Polaritäten einnahmen, keineswegs treu blieben.

8) Sonst boten die Legirungen in Absicht des Wechsels der Polarität manches Auffallende dar. So blieb die östliche Abweichung des Wismuths vorherrschend, auch wenn das Alliage dreimal so viel Kupfer als Wismuth enthielt; Wismuth mit Zink blieb ohne Wirkung. Die Legirungen von Wismuth mit Blei und von Wismuth mit Zinn gaben seltsamer Weise mit Kupfer Nr. 2. eine *westliche* Deklination, wenn das *Wismuth* in ihnen vorwaltend war, umgekehrt eine östliche, wenn es nur den vierten Theil der Mischung ausmachte.

9) Alle Arten von Roheisen nehmen eine höhere Stelle in der magnetischen Reihe ein, als Stabeisen. Ebenso steht gehärteter Stahl höher, als langsam abgekühlter.

10) Gegossene Ringe aus Wismuth, Antimon oder einer Legirung, örtlich erhitzt, brachten die ihnen zukommende Abweichung der Magnetnadel hervor; eben dieses thaten auch Stäbe und selbst Scheiben von diesen Metallen, wenn sie an einem Ende erhitzt wurden; gleichförmig erwärmt zeigten sie keine Wirkung. Eine hohle, in einem Gusse verfertigte Kugel von Antimon wurde nach Erwärmung einzelner Stellen gleichfalls magnetisch polar, indem nämlich diesseits und jenseits des erwärmten Punctes entgegengesetzte Pole erschienen.

11) Von der Gegenwart der Luft scheint die Erregung des Thermomagnetismus unabhängig zu seyn. Unter der Glocke einer Luftpumpe bei 4½ Linien Barometerstand gab eine Kette von Wismuth und Kupfer eine Deklination von gleicher Art und Gröfse, wie nach zugelassener Luft, wenn in beiden Fällen die Temperaturdifferenz dieselbe war.

12) Endlich wurde auch die Wirkung des gefärbten S nenlichtes versucht, das nach Morichini auf die magneti Erregung so merkbaren Einfluſs haben sollte. Man lieſs dem Ende das Sonnenlicht durch eine 4 Zoll im Durchme haltende gefärbte Glasscheibe auf die in der dunkeln Kam befindlichen Metallketten fallen, nachdem es noch durch vierzolliges Brennglas concentrirt war. Die Wirkung sc ganz der durch die verschiedenen Farben hervorgebrachten wärmung zu entsprechen; sie war schwächer im dunkelbla als im rothen oder gelben Lichte, am stärksten im rein ebenfalls durch die Linse concentrirten *Sonnenlichte.*

13) Die oben in Nr. 4. aufgestellte magnetische Abw chungsreihe der Metalle ist ganz wesentlich verschieden ihrer *elektrischen Spannungsreihe.* Bei der letztern ist Erregung der E durch die Berührung zweier Metalle von Temperatur ganz unabhängig, und selbst da, wo durch hitzung Elektricität hervorgerufen wird, ist diese keinesw an die oben (Nr. 4.) angegebene Rangordnung gebunden. des Metall erhält nämlich, wenn es bis zu einem bestim Grade erhitzt worden ist, — E in der Berührung mit e zweiten Metalle, welches kalt ist, und dieses erhält + E, mag in der auf gewöhnliche Weise ausgemittelten elektris Spannungsreihe über oder unter dem ersten stehn. Dieses selbst von den in jener Reihe weit getrennten Metallen, Z und Kupfer. Die magnetische Polarisation der hier betr teten Metallketten kann also nicht aus der im Berührun puncte zweier Metalle sich trennenden, frei werdenden den Elektrometern mittheilbaren gröſsern Quantität der Elek citäten allein abgeleitet werden, und man wird auch so la nicht berechtigt seyn, diese Ketten *elektromagnetische* zu n nen, bis die Modification, durch welche der Einfluſs der wöhnlichen Elektricität auf die magnetische Polarisation un gewissen Umständen behindert wird, erforscht oder ein her unerkanntes, die Elektricität nur begleitendes Fluid entdeckt ist, das die eigentliche Ursache der elektromagne schen Erscheinungen ausmacht.

Seebeck's Entdeckungen wurden in Deutschland n von Yelin in München, in Frankreich von Becquerel, Holland vom General van Zeylen, in England von Dr. Trai und Prof. Cumming und dem Mechanicus Marsh verfolgt, oh

jedoch bedeutende Erweiterungen zu erhalten. Der von den letztern gebrauchte Apparat bildete ein Rectangel aus Kupfer und Antimon oder einem andern Metalle. Das letztere war nicht angelöthet, sondern, um bequemer wechseln zu können, nur mit feinem Kupferdraht an dem Bügel von Kupfer fest gebunden. Es genügt, mit einer Feile oder mit Schmirgelpapier von Zeit zu Zeit die Berührungsstellen wieder aufzufrischen. Innerhalb des Rectangels befand sich die Magnetnadel. Aus TRAILL's zahlreichen Versuchen ergiebt sich Folgendes[1]. Fig. 120.

14) Wenn das Rectangel sich im Meridiane befand, der Kupferbügel oben, und das Nordende mit der Lampe erwärmt wurde, so wich die Nadel nach Osten ab. Sie ging hingegen *westlich*, wenn man das Südende erhitzte.

15) Die Abweichung ging inwendig bis 75°, dagegen außerhalb des Rectangels nur bis 45°.

16) Die verticalen Theile des Bügels waren weniger wirksam, als die horizontalen.

17) Es ist keineswegs nothwendig, dafs die Boussole den Metalldraht berühre. Der Effect ist derselbe, wenn sie auf einer Glasplatte von ¼ Zoll Dicke steht oder auch nur mit der Hand in das Rectangel hineingehalten wird.

18) Die Abweichungen bleiben unverändert, wenn man den Apparat in der Ebene des Meridians zwischen 20° bis 72° gegen den Horizont neigt.

19) Kehrt man das Rectangel um, so dafs das Antimonstängelchen oben zu liegen kommt, und erwärmt man seine nördliche Ecke, so ist die Abweichung auf der Aufsenseite desselben überall westlich, innerhalb östlich, bei Erwärmung des Südendes tritt das Gegentheil ein.

20) Legt man das Rectangel in eine horizontale Ebene, die Antimonstange im Meridiane, so weicht bei Erwärmung des Nordendes die Nadel über die Stange gehalten nach Osten ab, bei Erwärmung des Südendes nach Westen; ob das Kupfer auf der Ost- oder Westseite des Antimons liege, ist einerlei.

21) Als man das Rectangel in die auf den Meridian senkrechte Verticalebene brachte und das Ost- oder Westende des

---

1 Bibl. Univ. XXV. 104. XXVII. 199.

Antimons erhitzte, blieb die innerhalb schwebende Nadel e
Zeit lang unbeweglich, bis sie durch Zufall oder Berühr
aus ihrer Lage gebracht wurde, dann gerieth sie in schn
Oscillationen und gab die Anwesenheit eines heftigen mag
tischen Einflusses zu erkennen.

22) Traill veränderte darauf die Gestalt des Rect
gels so, dafs beide Metalle unter einem rechten Winkel g
Fig. bogen wurden, wie die Zeichnung angiebt. Legte man d
121. die kleinere Antimonseite in den Meridian, die gröfsere K
pferseite senkrecht auf denselben und erwärmte man die V
bindungsstelle in b, so ging die über diesem Eck befindli
Nadel um 35° nach Westen ab, unter demselben hatte
eine Abweichung von 90° und unter der grofsen Antimons
wurden ihre Pole umgewechselt.

23) Stets fand sich im Rectangel ein Gegensatz der Wi
samkeit, indem denjenigen Stellen, welche die stärkste Wi
kung gaben, die schwächsten diametral gegenüber stand
Hatte man, z. B. wenn der Apparat in Ost und West la
durch Erwärmung des Westendes eine Abweichung von 18
zuwege gebracht, so wurde bei Erwärmung des Ostendes d
innerhalb befindliche Nadel nicht verrückt, dagegen erlitt
dann aufserhalb desselben eine völlige Umkehrung.

24) Versuche mit rechtwinklig umgebogenen und an ve
schiedenen Stellen erwärmten Antimonstäben zeigen, dafs d
Richtung der magnetischen Abweichung nicht von der La
des Anfangspunctes abhängt, wo das Gleichgewicht der Tem
peratur gestört worden ist, sondern von der Richtung, unt
welcher die Wirkung an die Nadel gelangt.

25) Wismuth giebt unter allen Umständen die entgegen
gesetzten Abweichungen von Antimon, auch sind seine Wi
kungen gleichfalls kräftig, nur wird es durch seine Leich
flüssigkeit zu manchen Versuchen weniger geeignet, als An
timon.

26) Mit Kupfer verhalten sich Silber, Zink und Eisen
wie das Antimon, dagegen ebenfalls mit Kupfer Platin, Blei
Messing, chinesisches Tutanego, wie *Wismuth*.

27) Ein thermomagnetischer Kreis aus *einem* Metalle hat
nach Traill nur dann einige Wirkung, wenn die beiden
Stücke von ungleicher Reinheit waren. Ebenso wollte ein
Verbindung eines Metalls mit Wasser oder erdigen Substanzen

kein Resultat geben. TRAILL selbst schreibt dieses der geringern Empfindlichkeit einer einfachen Nadel und der Kleinheit des Apparats zu.

28) Wird eine Verbindungsstelle am Rectangel mit Eis oder (nach CUMMING) mit ein Paar Tropfen Schwefeläther abgekühlt, so erhält man entgegengesetzte Abweichungen, gerade so, als wenn die gegenüber liegende Stelle erwärmt worden wäre.

29) Die Nadel zeigt eine gröfsere Abweichung, wenn sie sich in der Axe einer Spirale befindet, die aus den Verbindungsstücken gebaut ist, als wenn diese nur gerade Bänder oder Drähte vorstellen.

30) Die Wirkung rechtsgewundener Spiralen ist, wie beim Elektromagnetismus, das Umgekehrte der linksgewundenen. Sie haben immer das Bestreben, die Nadel gegen ihre Axe zu richten. In verticaler Stellung drückte eine rechtsgewundene Spirale den Südpol, eine linksgewundene den Nordpol der Nadel nieder.

Die Versuche des Prof. CUMMING zeigen, dafs der thermomagnetische Apparat ein wahrer Magnet werden kann, und er hat denselben auch durch angebrachte Magnete in Drehung versetzt, wozu MARSH folgende kleine Vorrichtungen angegeben hat.

Am Rectangel DCE bestehen drei Seiten aus *Silber*, die untere DE aus Platindraht, der in der Mitte seiner Länge Fig. 122. entweder mit einer kreisförmigen Oeffnung versehn, oder auch nur seitwärts ausgebogen ist, um einem Träger Raum zu geben, welcher oben mit einem Achatschälchen versehn ist, auf welchem die Spitze C spielt.

31) Hält man dem Puncte E den Nordpol eines Magnets möglichst nahe und erwärmt E, so dreht sich das Rectangel rechts, bis die Ecke D über die Lampe zu stehn kommt, dann geht es wieder links und oscillirt so hin und her, bis es unter einem rechten Winkel gegen den vorigen Stand sich einstellt.

32) Läfst man den Magnet in E und erwärmt gegenüber die Stelle D, so bewegt sich das Rectangel erst links und fixirt sich endlich wie vorhin. Die umgekehrten Bewegungen treten ein, wenn man den Nordpol des Magnets in D oder seinen Südpol in E anbringt.

33) Bringt man einen Nordpol in E und einen Südpol in D an und erwärmt in E, so nimmt der Apparat eine Drehung zur Rechten von etwa 30 Umläufen in der Minute an. Die umgekehrte Bewegung erfolgt, wenn D erwärmt wird.

Fig. 123. 34) Die Wirkung ist entschiedener, wenn man zwei solche Rectangel unter rechten Winkeln verbindet. Bringt man den Nordpol des Magnets auf E an, so erhält man für die verschiedenen Stellungen der Lampe folgende Wirkungen.

Die Lampe in E, schnelle Rotation rechts.
- - - D, - - links.
- - - G, ebenso.
- - - F, keine Bewegung.

Wirkt hingegen der Südpol des Magnets auf E, so hat man:

Die Lampe in E, schnelle Rotation links.
- - - D, - - rechts.
- - - G, keine Bewegung.
- - - F, Rotation links.

Die gröfsere Seite des Rectangels möchte 2 Zoll, die kleinere 1 Zoll betragen; die Kleinheit unterstützt die Beweglichkeit. Statt Platin und Silber kann auch Kupfer und Antimon, Kupfer und Wismuth, Antimon und Wismuth angewendet werden.

Ganz kürzlich sind auch von Sturgeon[1] nachträgliche Versuche über den Thermomagnetismus bekannt geworden, die neben vielem, was bereits aus frühern Entdeckungen bekannt ist, noch folgende merkwürdige Angaben enthalten.

35) Die thermomagnetische Wirkung tritt auch bei einem einfachen Metalle sogleich hervor, wenn ein Theil desselben *härter* als der andere ist. So wurde ein hufeisenförmiges Fig. 124. Stahlstück, das man in der Mitte seiner Biegung erwärmte, magnetisch, wenn das eine Ende desselben gehärtet, das andere weich angelassen war. Eben dieses fand auch beim *Kupfer* statt. Nur ging beim *Gufsstahl* der thermomagnetische Strom vom harten Theile zum weichen hin; beim *Kupfer* aber fand gerade das Gegentheil statt. Die Enden waren niederwärts umgebogen, um sie in die Quecksilberschälchen des Galvanometers eintauchen zu können.

36) Auch die stärkste Magnetisirung brachte nicht die

1 Philos. Magaz. Juli 1831. u. Bibl. Univ. Aoút. 1831. p. 351.

geringste Aenderung weder in der Richtung noch in der Stärke des elektrischen Stromes hervor.

37) Rectangel von Wismuth, die in einer Furche eines Sandsteins gegossen waren, zeigten auf ihren längern Seiten immer einen oder mehrere *Neutralpuncte*, neben welchen die Richtung des Stromes wechselte. Merkwürdiger Weise bildete die Stelle, wo der Eingufs des Metalls statt gefunden hatte, allezeit einen solchen Neutralpunct.

38) Ebendieses ergab sich auch mit *elliptischen Ringen* von Wismuth, deren Axen sich etwa wie 1 zu 3 verhielten. Die Eingufsstelle war jederzeit ein Neutralpunct, zu dessen Seiten die Strömung ein- oder mehreremale wechselte. Als Sturgeon an der innern Seite des Ringes mit einer halbrunden Feile ein ziemliches Stück herausfeilte, ohne jedoch denselben zu durchschneiden, bemerkte er mit Verwunderung, dafs nicht nur dadurch die Richtungen der Ströme in den verschiedenen Stellen gänzlich umgekehrt, sondern dafs auch die Intensität der Wirkung wohl auf das Dreifache gesteigert worden war. Das Nämliche fand statt, wenn jene Furche mit einem heifsen Eisen oder einer Weingeistflamme eingeschmolzen wurde.

39) Sturgeon hatte sich ein grofses Rectangel von Wismuth verschafft. Dieses gab, obwohl immer am nämlichen Puncte erwärmt, ganz ungleiche Abweichungen. Es fand sich, dafs eine geringe Neigung des (im Meridian gehaltenen) Rahmens nach Ost oder West die Nadel nach entgegengesetzten Richtungen ablenkte und dafs die eigentliche Quelle dieser Erscheinungen in einer eigenthümlichen Unregelmäfsigkeit einer Seite des Rectangels lag, an welchem einige Stellen besondere locale Strömungen hervorbrachten. Als man jene Stange aus dem Rectangel herausschnitt, zeigte sich die obere Hälfte ihre Längenrichtung in ihren Wirkungen der untern entgegengesetzt.

40) Ein *Cylinder* aus Antimon von 8 Z. Länge und 0,75 Z. Durchmesser gab, wenn er am einen Ende erwärmt wurde, starke Zeichen von Magnetismus. Dabei blieb die Richtung des magnetischen Stromes immer die nämliche und zog sich vorzüglich durch die rauhesten Stellen der Oberfläche, während die zwischenliegenden Verbindungslinien derselben beinahe neutral waren. Wurde das andere Ende des Cylin-

ders erwärmt, so kehrte auch die Richtung des Stromes um. Die thermomagnetische Wirkung erstreckte sich jedoch nie bis zum kalten Ende hin, sie ging nicht leicht mehr als 4 Zoll über den Punct der Erwärmung hinaus.

41) Bei einem *Konus* aus Antimon von 4,5 Z. Höhe und 2,2 Z. Durchmesser der Grundfläche nahm der Strom, wenn ein Punct der convexen Seitenfläche unfern der Basis erwärmt wurde, seinen Weg immer von der erwärmten Stelle aus über den Scheitel des Konus und kehrte auf der gegenüberliegenden Seite wieder zur Basis zurück. Diese Linie der gröfsten Wirkung spaltet gleichsam den Konus in zwei Hälften. Wird der Konus an der Spitze erwärmt, so ist die Erregung schwach und ihre Richtung ungewifs.

42) Wurde der Konus parallel mit der Basis durchschnitten, so zeigte der obere Theil die nämlichen Erscheinungen, nur schwächer. Beim untern abgestumpften Theile fand dasselbe statt, und die Wirkung war nahe die nämliche, wenn die Erwärmung an der obern, statt an der untern Grundfläche angebracht wurde.

43) Wismuth zeigt, wenn es in die Form von Cylindern oder Konen gebracht wird, eben diese Erscheinungen, so wie auch seine krystallinische Structur mit derjenigen des Antimons viele Aehnlichkeit hat. Diese letztere wird jedoch bei beiden Metallen durch eine sehr geringe Beimischung von Zinn oder Blei ganz gestört und damit auch zugleich die ihnen eigenthümliche thermomagnetische Entwickelung aufgehoben. Wismuth, im reinen Zustande das positivste Metall der thermomagnetischen Reihe, wird durch wenig Zinn im höchsten Grade negativ; das Umgekehrte findet beim Antimon statt. Ebenso wird auch Zink durch einen Zusatz von Zinn oder Blei ganz unwirksam, und selbst die beiden, für sich so thätigen Metalle, Zink und Antimon, werden in ihrer Verbindung kraftlos und der Bruch dieser Legirung wird so dicht und fein wie Stahl.

VII. Rotations-Magnetismus.

Am 7. März 1825 legte Arago der französischen Akademie die überraschende Entdeckung vor[1], dafs nicht nur

1 Ann. d. Ch. et d. Ph. XXVIII. 325.

elektrische Kräfte und Thermomagnetismus fähig seyen, die Magnetnadel vom Meridiane abzulenken, oder gar sie in Drehung zu versetzen, sondern dafs dieses auch durch unmagnetische Körper sehr verschiedener Art bewerkstelligt werden könne. Wurde eine vollkommen verschlossene Boussole dicht über einer horizontalen Kupferscheibe von nahe mit ihr gleichem Durchmesser gehalten und die letztere um ihre verticale Axe gedreht, so gewahrte man augenblicklich eine Ablenkung der Nadel nach derjenigen Seite, nach welcher hin die Scheibe bewegt wurde, und bei schnellerer Umdrehung ging die zunehmende Ableitung der Nadel in eine förmliche Rotation derselben über, die derjenigen der Scheibe allezeit nachzufolgen schien. Dieser merkwürdige Versuch Arago's war jedoch nicht eine zufällige Entdeckung, sondern eigentlich der umgekehrte anderer Versuche, von denen er im November 1824 jener Versammlung Bericht erstattet hatte[1]. Das Eigenthümliche dieser letztern bestand, wie man später durch indirecte Mittheilung in englischen Journalen[2] erfuhr, in Folgendem. „Eine Deklinationsnadel, welche in einem hölzernen Ringe aufgestellt, von ihrer natürlichen Stellung bis 45° entfernt und dann sich selbst überlassen, 145 Schwingungen machte, bis sie zur Amplitüde von 10° herabgekommen war, machte, in einem Kupferringe aufgestellt, nur 33 Schwingungen, bis sie von 45° Schwingungsweite auf 10° gekommen war. In einem andern leichtern Kupferringe ging für die nämliche Abnahme der Schwingungen ihre Zahl auf 66. Dabei blieben die Schwingungszeiten selbst ungeändert."

Es kommen also hier zweierlei Erscheinungsformen des *Rotations-Magnetismus* in Betracht, von denen die eine der andern voranging. Wenn auch die letztere, als die auffallendere, der Sache den Namen gegeben hat, so gebührt dagegen der erstern, als der mehr elementaren, in der untersuchenden Behandlung der Vorrang, um so mehr, da sie zugleich ihrer Natur nach eine gröfsere Feinheit der Untersuchung zuläfst. Wir werden also erstlich dasjenige, was über die *Schwingungen der Magnetnadel* in der Nähe von Körpern, die nicht

1 Ann. d. Ch. et Ph. XXVII. 363.

2 London Journ. of Science, Literature and the Arts. Nr. XXXVII. 147.

zu den magnetischen gerechnet werden, bekannt geworden ist zusammentragen und diesem die Beobachtungen über die magnetische *Rotation* folgen lassen.

A. Schwingungen einer Magnetnadel über Metallplatten.

Seebeck war der erste, der diese, zwar durch die frühern Versuche Coulomb's und Hansteen's zum Theil angedeuteten, Untersuchungen wieder aufnahm[1]. Eine pfeilförmige Compaſsnadel von 2¼ Zoll Länge, die auf einer Marmorplatte 116 Schwingungen bedurfte, um von 45° auf 10° herunterzukommen, durchlief eben diese Schwingungsweite in 70 Schwingungen, wenn sie auf eine Zinkscheibe von 5 Zoll Durchmesser und ½ Lin. Dicke gestellt wurde; in 61 Schwingungen auf einer Kupferscheibe, deren Dicke nur 0,3 Lin. betrug. Wurden beide, die Zink- und Kupferscheibe (das Kupfer oben) untergelegt, so bedurfte es nur 46 Schwingungen, und jede neu hinzugelegte Platte verminderte diese Zahl, besonders wenn das Kupfer der Boussole zunächst lag, wegen seiner gröſsern hemmenden Wirkung. Vier Zink- und vier Kupferscheiben, die letztern oben, reducirten die Schwingungen auf 25, abwechselnd geschichtet (von unten auf Z, K, Z, K... gaben sie 26 Schwingungen. Auf eben diese Zahl brachte es eine einzelne quadratische Kupferplatte von 0,9 Lin. Dicke und 4⅞ Seite. Eine gröſsere Zahl solcher Platten gab folgende Resultate.

Die Nadel kam von 45° auf 10°

mit	1	Platte	in	26	Schwingungen
-	2	-	-	17½	-
-	3	-	-	14	-
-	4	-	-	13	-
-	5	-	-	12	-
-	6	-	-	12	-

mit 7 bis 45 Platten in beständig 11 Schwingungen.

Zinkplatten von derselben Gröſse, wie die Kupferplatten doch von 2 Lin. Dicke, geben Folgendes.

---

1 S. die Abhandl. der physikal. Classe der Königl. Akad. d. W. in Berlin. J. 1825. S. 71.

1	Platte	51	Schwingungen.
2	Platten	47	-
3	-	42	-
4	-	42	-

Vier Zinkplatten waren an Dicke nahe 9 Kupferplatten gleich, an Gewicht waren 4 Zinkplatten = 5 Kupferplatten. Es ergiebt sich aus diesen Versuchen:

1) Der Widerstand, den die Schwingungen erleiden, ist nicht Folge irgend eines elektrischen Zustandes, indem selbst benetzte Pappscheiben, zwischen die Platten gelegt, keinen andern Einfluſs zeigten, als trockene, nämlich denjenigen, der von der gröſsern Entfernung der Nadel von den Platten herrührte.

2) Diese Hemmung der Schwingungen wächst zwar mit der Zahl der Platten, doch geht dieses nur bis zu einer gewissen Grenze.

3) Die Wirkung der Metalle nimmt im geraden Verhältnisse der Entfernung der Metalle ab.

4) In der Zahl der Schwingungen findet sich bei gleichem Abstande der Boussole von einem Metalle keine Verschiedenheit, es mag zwischen denselben Luft, Glas, Holz oder Pappe sich befinden.

5) Erwärmung der Metallplatten *ändert die Zahl* der Schwingungen nicht.

6) Durch Zunahme der Länge und Breite der Platten über die Länge der Nadel wird ihre hemmende Kraft nicht verstärkt, wohl aber wird sie verringert, wenn die Platten schmäler und kürzer werden, als die Nadel lang ist. Die Oscillationen werden dann wieder gröſser.

7) Schmale Stangen oder Blechstreifen vermindern die Oscillationsweite nur dann, wenn sie im magnetischen Meridiane liegen; in der Richtung von Ost und West sind sie ohne Einfluſs. Eine Kupferstange von 1 F. Länge und 5 Lin. Dicke lieſs, im Meridiane liegend, die Nadel für das angenommene Intervall nur 50 Schw. machen, da sie hingegen in senkrechter Lage auf denselben die 116 Schwingungen der Nadel um nichts verminderte.

8) Zwei solcher Kupferstangen neben einander in Ost und West liegend brachten die Nadel auf 82 Schwingungen,

in Nord und Süd gelegt auf 40, die Stäbe über einander ge-legt auf 49 Schwingungen.

9) Die Wirkung verschiedener Metalle ordnete sich (ab-gesehn von ihrer Dicke) nach folgender Reihe, wenn die Na-del 3 Lin. von ihren Flächen abstand.

Sie machte über	Quecksilber	von	2	Lin.	Dicke	112	Schw
	Wismuth	-	2,0	-	-	106	-
	Platin	-	0,4	-	-	94	-
	Antimon	-	2,0	-	-	90	-
	Blei	-	0,75	-	-	89	-
	Gold	-	0,2	-	-	89	-
	Zink	-	0,5	-	-	71	-
	Zinn	-	1,0	-	-	68	-
	Messing	-	0,9	-	-	62	-
	Kupfer	-	0,3	-	-	62	-
	Silber	-	0,3	-	-	55	-
	Eisen	-	0,4	-	-	6	-

Für sich auf der Marmorplatte oder blofs in 3½ F. Höhe über dem Fufsboden schwebend machte die Nadel 116 Schwin-gungen. Die Platten waren auch an Gröfse ungleich, doch die kleinsten noch um 1 Zoll gröfser, als die Länge der Nadel.

10) Kupferne Ringe, welche die Nadel umgaben, wirk-ten ungleich schwächer auf dieselbe, als Blechstreifen und Platten unter derselben.

11) Eine Magnetnadel aus Nickel von 2 Z. Länge, die zwischen 45° und 10° 114 Schwingungen machte, erlitt eine geringere Schwächung als die Stahlnadel, die länger und auch schwerer war.

12) Der *Isochronismus* der Schwingungen ist unfehlbar unter allen Reductionen ihrer Ausdehnung. Die Nadel von 2½ Zoll Länge machte über 6 Kupferplatten von 5 Zoll in Kanten und 0,3 Lin. Dicke genau 12 Schwingungen von 45° bis 10°

	in 20 Sec.	32,6	Tertien.
über einer einzigen dieser Kupfer-platten 26 Schw.; von diesen ka-men auf 12 Schw.	20	-	29,6	-
über der Marmorplatte, die mit einem Blatte Papier bedeckt war, 120 Schw.; für 12 Schw.	20	-	41,8	-
über einer mit Eisenfeilspänen und				

Baumwachs bestrichenen und mit
einem Blatte Papier bedeckten Papierscheibe schwebend 60 Schw.

davon 12 Schw. in 20 Sec. 38,6 Tertien.

13) Starke Magnetnadeln erleiden eine weit stärkere Hemmung als leichte. Eine Magnetnadel von 7 Gran, die für sich in 30 Schwingungen die Amplitüde von 45° bis 10° durchlief, machte noch 21 Schwingungen, über 2 solcher Platten 19, über 3 Pl. 17, über 4 und mehr 15 Schwingungen. Hingegen wurde ein Magnetstab von 11 Drachmen = 660 Gran Gewicht und 3¾ Zoll Länge von 500 Schwingungen, die er im Freien für jenen Schwingungsraum durchlief, über einer Kupferplatte von 0,8 Lin. Dicke auf 32 Schwingungen heruntergebracht. Ueber 6 Kupferplatten machte er 12 Schwingungen, über 10 Kupferplatten 10, über 20 und 30 Kupferplatten 9 Schwingungen. Beide Nadeln waren bis zur Sättigung magnetisirt.

14) Die hemmende Wirkung der Metalle ist jedem andern gleichförmigen Widerstande, z. B. der Torsion eines Fadens, der Friction an der Gnomonspitze der Boussole, zu vergleichen, welche ebenfalls die Schwingungsweite vermindern, ohne den Isochronismus zu stören. Eine 8¾ Zoll lange Brander'sche Deklinationsnadel durchlief, auf einer Stahlspitze schwebend, die Bogenschwünge von 45° bis 10° in 12 Schwingungen; diese vollbrachte sie in 72 Sec. 34 Tert. Eben diese Nadel, horizontal an Coconfaden aufgehängt, bedurfte 103 Schwingungen, bis ihre Amplitüde von 45° auf 10° vermindert war. Zwölf solcher Schwingungen machte sie in 72 Sec. 12 Tertien.

15) Nicht blofs die Schwingungen der Magnetstäbe in der horizontalen Ebene, auch die in der verticalen (die eigentlichen Pendelschwingungen) werden durch die unter ihnen liegenden Metalle je nach der Natur und der Masse der letztern vermindert, jedoch ohne ihren Isochronismus einzubüfsen. Ein Magnetstäbchen von 4½ Zoll Länge, an einem Seidenfaden unter einer 22½ Zoll hohen Glasglocke aufgehängt, machte über einer horizontalen Marmorplatte, von welcher beide Pole des Magnetstabes 2½ Lin. entfernt waren, 100 Pendelschläge in der magnetischen Aequatorial-Ebene, (wobei der Stab immer im Meridiane gerichtet blieb, in Zeit von 71 Sec. 55 Tertien. Eben dieses Stäbchen über 3 runden Kupferplatten, von 10 Zoll Durchmesser und einer Gesammtdicke von 6½ Lin., und zwi-

schen zwei vertical gestellten Kupfermassen, von 25 [
Fläche und 8 Lin. Dicke, so gestellt, dafs seine Pole v
Kupfermassen überall nur 2½ Lin. abstanden, machte [
delschläge in 72 Sec. 1 Tertie. Allein es kam im letzter
schon nach 150 Schwingungen zur Ruhe, während
erstern über 900 Schwingungen machte, ehe es dem [
Auge zu ruhen schien.

Die Erklärung dieser Erscheinungen, die durch die
Untersuchungen von Nobili und Bacelli, von Ba[
Herschel, von Colladon und Prevost und von [
gartner nur unbedeutend vermehrt wurden, beruht na[
beck ganz einfach auf einem *Magnetismus durch [*
lung, der durch die Kraft der schwingenden Nadel [
unter ihr liegenden Metallen hervorgerufen wird. Jeder [
der Fläche unter der Nadel erhält die ihr entgegengeset[
larität und strebt in Folge derselben die Nadel über [
Stelle festzuhalten, und so setzt sich die Nadel selb[
Hemmung, deren in jedem Momente fortgesetzte W[
ihre Bewegungskraft in dem Mafse absorbirt, als das u[
legte Metall eines gröfsern oder geringern Magnetism[
hig ist.

Es erklärt sich hieraus a) die in Nr. 10. ange[
schwächere Wirkung der umgebenden kupfernen Ringe i[
gensatze zu untergelegten Platten. Denn da in den le[
die Nadel in ihrer ganzen Länge auf der Kupferfläche [
hemmenden Einflufs hervorruft, so wird sie stärker zurü[
halten, als da, wo nur ihre Endspitzen wirksam werden [
nen. Eben deswegen wird

b) die hemmende Kraft nach Nr. 6. nicht vergr[
wenn die Länge und Breite der Platten gröfser ist, al[
Länge der Nadel, weil in dem überragenden Theile w[
eine Erregung von Magnetismus, noch eine Rückwirkung [
die Nadel statt finden kann. Das Umgekehrte mufs bei
zukleinen Platten eintreten, wo nur die Mitte der Nadel w[
sam werden kann. S. auch Nr. 7.

c) Mit der Vermehrung der Metallmasse nimmt auch (Nr.
die Hemmung zu, jedoch nur bis zu einer gewissen Gren[
welche nach Nr. 13. von der magnetischen Kraft der Na[
selbst abhängig ist. Eben deswegen war auch die Hemmu[
bei der aus Nickel bereiteten Nadel geringer (Nr. 11.).

d) Die Hemmung nimmt ab mit der Entfernung (Nr. 3.), weil in eben dem Maſse auch die magnetische Erregung in der Platte abnimmt.

e) Obwohl die magnetische Kraft der Erde im Eisen überhaupt einen Magnetismus hervorruft, so war dieser einerseits beträchtlich geringer, als derjenige, der durch die nahe Magnetnadel erregt wurde, andererseits konnte er nicht in breiten Flächen, sondern nur in Streifen sich wirksam zeigen, welche, in Ost und West liegend ohne Einfluſs, im magnetischen Meridiane hingegen durch den Erdmagnetismus eine bestimmte Polarität und zwar die nämliche, wie die Nadel selbst hatte, annahmen. Statt Anziehung muſste daraus Abstoſsung der Nadel, mithin eine verminderte Hemmung erfolgen, wie dieses auch der Versuch bestätigte. Denn ein 7 Lin. breiter und 8 Zoll langer, gänzlich unpolarer Streifen von demselben Eisenblech, das in Nr. 9. die Schwingungen der Nadel zwischen 45° und 10° auf 6 reducirt hatte, lieſs sie nun nicht unter 98 herabkommen, während ein Kupferstreifen von denselben Dimensionen sie bis auf 50 erniedrigte.

Merkwürdig ist das Verhalten einiger Alliagen in Beziehung auf die hier betrachtete Hemmung der Magnetnadel, indem zwei Metalle zuweilen das Vermögen, durch Vertheilung magnetisch zu werden, in einander aufheben. So machte z. B. die Nadel, welche über einer Eisenplatte zwischen 45° und 10° nur 6, über Antimon 90 Schwingungen vollendete, über einer an Volumen der Antimonscheibe gleichen Legirung von 4 Theilen Antimon mit 1 Theil Eisen volle 116 Schwingungen, ganz wie im ungebundenen Zustande. Eben dieses war auch der Fall bei einer Legirung von 3 Theilen Kupfer mit 1 Theil Antimon. Gleiche Theile von Kupfer und Antimon oder ein Ueberschuſs des letztern verminderten die Schwingungen. Aehnliche Wirkung zeigen die Alliagen von Kupfer und Wismuth und noch besser 2 Theile Kupfer mit 1 Theil Nickel. Seebeck macht hierbei die praktisch nützliche Bemerkung, daſs, wo man sehr bewegliche und lange oscillirende Nadeln bedürfe, Nickelnadeln in Kapseln von Holz oder einem Alliage von Kupfer und Nickel die tauglichsten seyen, daſs man aber, wenn man Nadeln bedürfe, die sich schnell in den magnetischen Meridian stellen sollen, starke magneti-

sche Stahlnadeln anwenden und diese in kupferne Kapseln mit dickem Boden einschliefsen müsse.

Die Versuche von Nobili und Bacelli[1] bestätigten im Allgemeinen die von Arago angezeigte Wirkung der Metalle auf die Magnetnadel; dagegen ergab sich aus denselben zugleich, dafs nicht metallische Körper, als Glas, Holz u. dgl. keinen Einflufs auf die Nadel ausübten. Arago[2] bestritt diese Behauptung und zeigte durch genaue Versuche das Gegentheil. Eine horizontale Magnetnadel, die 0,65 Millimeter (0,29 Lin.) von einer Wasserfläche abstand, verlor 10° Amplitüde (von 53° bis 43°) in 30 Schwingungen, bei 52,2 mm (23,05 Lin.) Abstand gebrauchte sie zum nämlichen Verluste 60 Schwingungen.

Ueber Eis machte die Nadel von 53° bis 43° Amplitüde

bei	0,70 mm	0,31 Lin.	Abstand	26	Schwingungen
-	1,26 -	0,55 -	-	34	-
-	30,5 -	13,5 -	-	56	-
-	52,2 -	23,1 -	-	60	-

Eine andere Nadel machte über einer Platte von Crownglas für das Intervall von 90° bis 41°

bei	0,91 mm	0,41 Lin.	Abstand	122	Schwingungen
-	0,99 -	0,43 -	-	180	-
-	3,04 -	1,34 -	-	208	-
-	4,01 -	1,80 -	-	220	-

Baumgartner[3] fand mit einer Nadel von 3 Zoll Länge über verschiedenen Holzarten folgende Schwingungszahlen für eine Abnahme der Bogen von 20° auf 10° bei 1 Lin. Abstand von einer drei Zoll im Durchmesser haltenden Scheibe

von Fichtenholz	6 Lin.	dick	78	Schwingungen
-	4¼ -	-	82	-
- Ahorn	6 -	-	79	-
- -	1½ -	-	83	-
- Eichen	6 -	-	74	-
- -	¼ -	-	81	-
- Weizenbrot	3 -	-	89	-

1 Bibl. Univ. XXXI. 45.
2 Ann. d. Ch. et d. Ph. XXXII. 213.
3 Zeitschr. f. Phys. u. Mathem. II. 419.

In der Entfernung von 6 Wiener Zoll vom hölzernen Boden des Cylinders erfolgte diese Verminderung nach 106 Oscillationen.

Mit einer sehr sorgfältig aufgehängten 3zolligen Nadel, die 25 Schwingungen in 80¾ Sec. vollendete und von 18° bis 9° Amplitüde 108 Schwingungen erforderte, fand Baumgartner über einer 2 Lin. dicken Kupferscheibe von 3 Zoll Durchmesser bei 1 Lin. Entfernung 7 Schwingungen

-	3,3 -	-	29 -
-	5,6 -	-	61 -
-	7,9 -	-	88 -

Ueber einer Kupferscheibe von 0,8 Lin. Dicke fand er bei denselben Entfernungen 11, 47, 71, 96 Schwingungen; über einer Zinkscheibe von 0,3 Lin. Dicke bei 1 Lin. Abstand 42 Schw., bei 3,3 Lin. 79 Schw.

Die Versuche, welche Baumgartner über die Abnahme der Wirkung durch gröfsere Entfernung und über den Einflufs der Dicke der Scheiben anstellte, bestätigen ganz die oben aufgestellten Sätze von Seebeck. Auch Baumgartner ist der Meinung, dafs eine Plattenmenge, die für eine schwache Magnetnadel keine erhöhte Wirkung mehr zuliefs, bei Anwendung einer stärkern mehr Thätigkeit zeige, weil von der stärkern Nadel mehr Magnetismus in ihr erweckt werde, und er hat dieses auch durch einen directen Versuch dargethan. Mangel an Continuität vermindert ebenfalls die hemmende Kraft. Eine Platte, die für eine Amplitüde von 10 Grad 8 Schwingungen gebraucht hatte, bedurfte deren 10, als sie in der Richtung des Durchmessers durchschnitten und die Stücke genau neben einander gelegt wurden. Jede Hälfte für sich gab 22 Schwingungen.

Neu ist die Bemerkung Baumgartner's, dafs die Schnelligkeit, mit welcher die Schwingungen vor sich gehn, auf die hemmende Wirkung bedeutenden Einflufs habe. Eine 3zollige Nadel, so schwach magnetisirt, dafs sie zu 25 Schwingungen 9 M. 58 Sec. Zeit bedurfte, wurde an einem bandförmig gewalzten Messingdrahte aufgehängt, so dafs sie nun, ohne mehr Magnetismus zu haben, die 25 Schwingungen in 2 M. 20,6 Sec. durchführte. Sie erreichte eine Verminderung des halben Schwingungsbogens von 20° auf 10° im Freien nach 160, in der Nähe der Kupferplatten nach 64 Oscillationen.

Die Elasticität des Metallfadens bewährte sich als tre ches Mittel, auch die feinsten Magnetismen auszuspüren. I Kupfernadel, die der gebrauchten Stahlnadel vollkommen g an einem solchen Drahte aufgehängt, brauchte, um Schwingungsbogen von 70° bis 60° zu durchlaufen, im Fr 15 Schw., über Kupfer schwingend nur 12 derselben. I andere ganz dünne Kupfernadel von rhomboidalischer I kam von 70° auf 50° für sich nach 29 Schwingungen, i einer dicken Kupferscheibe schon nach 23.

Neuerlich hat SAIGEY[1] aus sorgfältigen Versuchen merkwürdige Gesetz abgeleitet, *dafs die hemmenden Wirk gen einer unter die Nadel gelegten Metallscheibe in geo trischer Reihe abnehmen, wenn die Entfernung von der del in arithmetischer Reihe zunimmt.* Er zeigt, dafs Hemmwirkung y durch folgende Formel dargestellt w wenn a den Werth der ersten Beobachtung für die Ein der gemessenen Entfernung der Scheibe von der Nadel, x d Entfernung selbst und b den Quotienten der geometrischen R he oder das Verhältnifs zweier um eine Einheit der Ent nung von einander abstehenden Hemmwirkungen bezeichn

$$y = a : b^{1-x}.$$

Drei Kupferscheiben A, B, C von 156 Millimeter (5,75 Z Durchmesser bestätigten die Richtigkeit dieser Formel. A h 0,98 mm (0,42 Lin.), B = 1,09 mm (0,49 Lin.), C = 1,21 m (0,53 Lin.) Dicke. Die Nadel, 41 mm (1½ Zoll) lang u 1 mm dick, war unter einer Glasglocke an einem Seidenfa aufgehängt. Wir setzen die übereinstimmenden Beobacht gen der Platten B und C her. Die Nadel machte für s folgende Schwingungen: zwischen 50° und 30° 29 Schw gungen; zwischen 30° und 10° 67 Schwingungen und zw schen 50° und 10° 96 Schwingungen.

---

1 Bulletin des Sciences etc. Juillet. 1828. p. 33. Poggend Ann. XV. 88.

Hemmwirkungen der Scheiben B und C.

Entfernung.	Zw. 50° u. 30° Beobacht.	Zw. 50° u. 30° Berechn.	Zw. 30° u. 10° Beobacht.	Zw. 30° u. 10° Berechn.	Zw. 50° u. 10° Beobacht.	Zw. 50° u. 10° Berechn.
1mm	24,0	24,0	56,0	56,5	80,0	80,5
2	19,0	19,0	45,0	44,7	64,0	63,7
3	15,0	15,0	36,0	35,4	51,0	50,4
4	12,0	11,9	28,0	28,0	40,0	39,7
5	9,5	9,4	21,5	22,1	31,0	31,5
6	7,5	7,4	17,0	17,5	24,5	24,9
7	6,0	5,9	13,5	13,9	19,5	19,7
8	5,0	4,7	11,0	11,0	16,0	15,6
9	4,0	3,7	9,0	8,7	13,0	12,4
10	3,2	3,9	6,8	6,9	10,0	9,8
11	2,5	2,3	5,5	5,4	8,0	7,7
12	2,0	1,8	4,2	4,3	6,2	6,1
13	1,5	1,4	3,0	3,4	4,5	4,8

Hier hat also a die für 1mm Entfernung beobachteten Werthe 24,0; 56,0; 80,0; b ist überall = 1,264. Die jeder Entfernung entsprechende Schwingungszahl erhält man, wenn man den Werth der Tafel von der Zahl der Schwingungen im Freien abzieht. SAIGEY hat seine Formel bestätigt gefunden an 3 Kupferscheiben, einer Zink-, einer Zinn- und einer Bleischeibe[1].

B. Ablenkung einer Magnetnadel durch rotirende Metallplatten.

Diese Erscheinung ist eigentlich eine bloſse Umkehrung des bisher betrachteten Experiments. Der in einer Metallscheibe unter der Nadel erregte Magnetismus strebt diese festzuhalten, und da die Scheibe sich dreht, so muſs die Nadel

1 Sie scheint jedoch auf die vorhin angeführten Versuche BAUMGARTNER's keineswegs anwendbar zu seyn. Denn man hat für die Entfernungen

1,0	die Werthe von y =	107	und für die dünnere Kupferscheibe 97
3,3	- - -	79	- - - - - 61
5,6	- - -	47	- - - - - 37
7,9	- - -	20	- - - - - 12

und obgleich die Abstände 3,3; 5,6; 7,9 eine arithmetische Reihe mit der Differenz 2,3 bilden, so sind doch die entsprechenden Gröſsen 79, 47, 20 oder 61, 37, 12 weit von der Form einer geometrischen Reihe entfernt.

folgen. Noch ehe ARAGO diese sinnreiche Anwendung s· frühern Entdeckung bekannt gemacht hatte, hatten die er schen Physiker, namentlich BARLOW, die Wirkungen e drehenden Bewegung bei Eisenmassen in Untersuchung nommen, doch ohne dieselben auf den im Kupfer zu e genden Magnetismus auszudehnen. Das Letztere fand er· April des Jahres 1825 statt, als man in England durch G Lussac's Ankunft in London von Arago's Versuche K: erhalten hatte. Von einer Prioritäts-Frage, die Brew zu Gunsten Barlow's gegen Arago erheben wollte, kann so hier um so weniger die Rede seyn, als das Object der U tersuchung bei beiden wesentlich verschieden war, indem eine es hauptsächlich mit Wirkungen des Erdmagnetismus, andere mit dem schwachen Magnetismus durch Vertheilun thun hatte. Folgende Darstellung mag sowohl zur Belei tung des Gegenstandes an sich, als zur Beseitigung jener benfrage die nöthigen Angaben liefern.

Im December 1824 hatte Marsh in Woolwich auf Ansuchen Barlow's als Folge seiner Forschungen über Magnetismus der Eisenmassen zuerst eine eiserne Haubitzgra: an einer Drehbank des königlichen Arsenals angesteckt u durch deren schnelle Umdrehung eine starke Abweichung ner daran gehaltenen Compaſsnadel bewirkt. Spätere Ve che mit einer 12zolligen Bombe, bei denen Barlow se zugegen war, zeigten dieses noch auffallender und lieſsen gleich gewisse Stellungen der Nadel an der Kugel erkenn wo diese Abweichung Null war, und andere, wo sie auf entgegengesetzte Seite überging. So wie die Kugel still sta hörten augenblicklich alle Abweichungen auf, und wenn sie umgekehrter Richtung bewegt wurde, so wechselte auch Nadel den Sinn ihrer Ablenkungen. Bei gleichförmiger l wegung der Kugel hielt auch die Nadel in jeder Lage fes Stand ohne Zittern oder Schwanken.

Barlow, eine Einwirkung des eisernen Gestelles l fürchtend, erbaute nun ein solches von Holz, ähnlich ei Elektrisirmaschine, an welchem eine 8zollige Bombe von Pfund Gewicht nach zwei Richtungen um eine horizontale A mit einer Geschwindigkeit von 720mal in der Minute gedr werden konnte. Ein Träger, mit einem halbkreisförmigen G rüste versehn, erlaubte die Boussole allenthalben der Kug

ahe zu bringen. Alles war solid gebaut und frei von Erschütterung. Die Nadel wurde nun in der Höhe der Axe im Horizont um die Kugel herumgeführt. Ihr Nordpol näherte sich der Bombe in jedem Azimuth, wenn die Bewegung den obern Theil der Kugel zur Nadel herunterführte; kam die Bewegung aufwärts gegen die Nadel, so wurde der Südpol angezogen.

Führte man die neutralisirte Nadel in einem Verticalkreise um die Bombe, parallel mit der Drehungsaxe, so stellte sie sich bei 54° Höhe über dem Horizonte der Kugel senkrecht auf die Axe, und ihr Nordpol ward in einer Richtung abgelenkt, die der des Rotirens entgegen war. Von 54° bis 90° von dem Zenith schlug die Nadel um 180° um, so dafs ihr Nordpol nun der Richtung der Drehung folgte. So blieb sie bis zu 54° Höhe im jenseitigen Verticalkreise, wo sie dann wieder ihre vorige Stellung annahm. Ein Gleiches hatte auch unter dem Horizonte statt und bei 54° Depression trat auch der nämliche Wechsel ein. Die 54ger Grade über und unter dem Horizonte bildeten also vier Wendepuncte der Nadel, ohne weder durch umgekehrte Drehung, noch durch eine andere Orientirung der Rotationsaxe verändert zu werden. Zur vollständigen Wirkung wurde jedoch eine Geschwindigkeit von wenigstens 600 Umläufen in der Minute erfordert. Es ist also nur die Umdrehung, was der Bombe eine magnetische Kraft ertheilt, und diese verschwindet, so wie die Bewegung aufhört. So weit gingen Barlow's Arbeiten im December 1824 und im April des folgenden Jahres fing er an, auch auf Arago's Versuche seinen Drehungsapparat anzuwenden. Er trug zu dem Ende

1) die Bewegung auf eine verticale Axe über, die 45mal in der Secunde umlaufen konnte, befestigte auf derselben eine dünne Kupferscheibe von 6 Zoll Diameter und sah bei der Drehung die in einer Dose verschlossene 5 Zoll lange Nadel um 5 Puncte oder 57°,5 nach der Richtung der Rotation abweichen, doch ohne sie zu einem ganzen Umlauf zu bringen. Als sie aber mittelst eines angebrachten Magnetstabes neutralisirt worden war, erlangte sie eine schnelle Umdrehungsbewegung. Mit einer gröfsern und schwerern Kupferscheibe erlangte man dasselbe Resultat, ohne die Nadel neutralisiren zu können.

2) Brachte man, nach Arago's Vorschlage, eine Eisent fel zwischen Nadel und Kupferplatte, so war alle Wirku aufgehoben.

3) Nach Ampère's Behauptung sollte eine sternförmi ausgeschnittene Kupferscheibe bei der Umdrehung keinen E fect hervorbringen. Barlow fand aber, dafs die Wirku nur im Verhältnisse des weggenommenen Metalls verminde wurde.

4) Eine Zinkplatte gab eine etwas kleinere, eine Eise platte eine bedeutend stärkere Wirkung, als die Kupfe scheibe.

5) Eine Kupfernadel statt der stählernen in die Büchs verschlossen zeigte über der Kupferscheibe nur ungewisse Be wegungen, die man nicht gerade der Umdrehung zuschreibe durfte.

6) Ebenso blieb eine Kupferscheibe, die über der ge drehten Platte desselben Metalls an einem Faden aufgehäng wurde, ohne Bewegung; dasselbe geschah über einer Eisen- platte.

7) Wurde ein Magnetstab, etwas kürzer als die Kupfer- scheibe, auf die drehbare Axe horizontal befestigt, so folgt jene sogleich seiner Bewegung. Beide waren durch ein zwi- schengelegtes Papier getrennt.

8) Ein ziemlich schwerer Hufeisenmagnet, mittelst eine Fadens an der Decke aufgehängt, gerieth über der gedrehte Kupferscheibe sogleich in Kreisbewegung; auch hier dient ein Papierblatt zur Abhaltung des Luftzuges.

9) Drehte man die Kupferscheibe in verticaler Richtung so gab die Nadel in keiner Lage eine Bewegung zu erken- nen. Wurde sie dann neutralisirt und einer ihrer Pole gegen die Scheibe gehalten, so folgte er der Richtung der Bewe- gung, es mochte der Nord- oder Südpol seyn. In der Ver- längerung der Drehungsaxe blieb die Nadel ohne Bewegung.

10) In der Ueberzeugung, dafs nicht die Rotation, son- dern ein sehr geringer Magnetismus im Kupfer und den an- geregten Stoffen die Ursache dieser Erscheinungen sey, ver- suchte Barlow mit dem einen Ende einer Kupferstange eine sorgfältig neutralisirte Nadel vom Meridiane abzulenken. Die Anziehung war sichtbar und die Nadel folgte um einige Gra- de. Indem er nun den Stab zurückzog und ihn, sowie die

Oscillation sie zurückführte, der Nadel wieder zuhielt, vermochte er sie nicht nur einige Grade weiter zu entführen, sondern durch dieses abwechselnde Spiel die Ablenkung in einen völligen Umschwung zu verwandeln. Einige andere Kupferstangen gaben das nämliche Resultat; doch gab es welche, die, obwohl von derselben Gestalt und Gröfse, so gut als keine Wirkung hervorbrachten.

11) Noch verdient hier ein Versuch von STURGEON in Woolwich erwähnt zu werden, weil er zeigt, dafs hier wirklich magnetische *Polarität* und keineswegs, wie man anfangs glaubte, die Wirkung irgend eines widerstehenden Mittels im Spiele sey. Eine leichte Kupferscheibe von 5 bis 6 Zoll Durchmesser, die in verticaler Richtung sich leicht drehen konnte, wurde durch ein am Rande befestigtes Gewicht zum Oscilliren eingerichtet. Man erhob nun das Gewicht bis zur Höhe der Axe und zählte die Schwingungen, bis die Scheibe zur Ruhe kam. Hierauf wurde der Versuch wiederholt, während der schwerere Theil der Scheibe sich zwischen den Polen eines Hufeisen-Magnetes befand. Die Zahl der Schwingungen wurde dadurch wenigstens um die Hälfte vermehrt. Hielt man aber statt des Hufeisens die gleichnamigen Pole zweier Magnetstäbe hin, so hörte alle Wirkung auf.

An diese Versuche schliefsen sich die Resultate an, welche PREVOST und COLLADON[1] mit einer Vorrichtung, die der ARAGO's ähnlich war, erhalten hatten.

12) Eine Scheibe, die aus spiralförmig gewundenem Kupferdrahte gebildet war, übte eine bedeutend kleinere Wirkung auf die Magnetnadel aus, als eine ganze Scheibe desselben Metalls bei derselben Gröfse und einerlei Gewicht.

13) Eine mit Blei umgebene Glasplatte, ein Zinnblättchen, das auf Holz ausgebreitet war, lenkten beim Rotiren die Nadel merklich ab. Holz und Schwefel für sich blieben ohne Wirkung. Eben dieses war auch mit Tritoxyd des Eisens der Fall.

14) Eine hart gehämmerte Kupferplatte wirkte stärker als eine ausgeglühte.

15) Ein Schirm aus Kupfer oder aus Kupfer und Zink,

---

1 Bibl. Univers. Vol. XXIX. p. 316. und BAUMGARTNER's Zeitschr. I. 139.

der zwischen die Magnetnadel und die gedrehte Scheibe gebracht wurde, verminderte ihre Wirkung, ohne sie ganz aufzuheben, und zwar desto mehr, je dicker er war und je näher er der Magnetnadel stand. Ein gläserner Schirm blieb ohne Einfluſs.

16) War der metallene Schirm mit einer Oeffnung versehn, deren Durchmesser der Länge der Nadel gleich war, so war sein Effect beinahe derselbe.

17) Ein im Mittelpuncte eines kupfernen Cylinders vertical aufgehängter Magnet blieb unbeweglich, welches auch die Richtung oder die Geschwindigkeit der Drehung des Kupfers seyn mochte.

18) Fügte man zwei gleiche und gleich magnetisirte Nadeln in gleichem Sinne neben einander zusammen, so wuchs die Ablenkung; vereinigte man sie mit den ungleichnamigen Polen, so blieb alle Wirkung aus.

19) Wurden zwei kleine ähnliche Magnete auf den Enden eines horizontal schwebenden Hebels so befestigt, daſs ihre gleichnamigen Pole in der Mitte zusammentrafen, so drehte sich dieses System sogleich wie die Scheibe. Wurde einer der Magnete umgekehrt, so war damit auch alle Wirkung aufgehoben.

20) Eine Nadel, so magnetisirt, daſs ihre Enden gleichnamige Pole erhielten, bewies sich für gedrehte Scheiben am empfindlichsten. Diese wurde auch bei den feinsten Versuchen vorzugsweise angewandt.

21) Sorgfältige Versuche, um den Einfluſs der Geschwindigkeit sowohl, als des Abstandes zu bestimmen, zeigten, daſs die Ablenkungswinkel selbst (und nicht ihre Sinus) wenigstens innerhalb gewisser Grenzen im geraden Verhältnisse der Geschwindigkeiten zunehmen und daſs hingegen die Sinus dieser Winkel im umgekehrten Verhältnisse der 2,2 Potenz der Entfernung wachsen. Man bediente sich zu dieser Bestimmung solcher Scheiben, deren Diameter gegen die Länge der Nadel sehr groſs war.

Nobili's und Bacelli's Versuche[1] gaben für die Ablenkung der Magnetnadel durch gedrehte Scheiben versch

1 Bibl. Univ. XXXI. 47. Baumgartner's Zeitschr. I. 143.

…ner Metalle bei gleicher Geschwindigkeit und Entfernung …gende Reihe.

22) Die Nadel wurde abgelenkt

von einer Scheibe aus	Kupfer	um	55°
	Zink	-	14°
	Messing	-	11°
	Zinn	-	10°
	Blei	-	8°.

23) Die Temperatur hatte auf die Resultate keinen Ein…uſs (s. oben Seebeck's Versuche Nr. 5.). Selbst die Er…mung durch eine untergesetzte Lampe brachte keine Aende…ung hervor.

24) Durchbrochene Scheiben wirkten schwächer im Ver…hältnisse der weggenommenen Metallmasse (s. Nr. 3. u. 12.).

25) Zwei Magnetstäbe, um die verticale Axe gedreht, …tzten eine Kupferscheibe (Nr. 18.) und sogar, obwohl mit …he, eine Kupfernadel in Umdrehung, doch war es nicht …glich, bloſs durch die Kupferscheibe diese letztere in Be…wegung zu setzen.

26) Eine kupferne Röhre, um einen Eisenstab in Drehung …setzt, brachte keine Wirkung hervor.

27) Schlechte Leiter, wie Glas, Holz, Harz, Pappe, im …ckenen oder feuchten Zustande, zeigten nicht den mindesten …fluſs auf eine äuſserst empfindliche, neutralisirte Nadel. Man vergleiche hiermit die Behauptung von Arago und …mgartner's Versuche in der Rubrik A. (Welchen An…theil übrigens an den letztern Versuchen, zumal bei Glas und …lz, die anklebende Feuchtigkeit habe, muſs erst durch ge…nauere besondere Untersuchungen ausgemacht werden.)

Babbage und Herschel hatten bei ihrer Wiederholung …s von Arago aufgestellten Experimentes ein dem seinigen …entgegengesetztes Verfahren eingeschlagen. Statt schwacher Nadeln wählten sie einen starken Hufeisen-Magnet, ertheilten …demselben eine schnelle Rotation und beobachteten die nach…folgenden Drehungen der über ihm aufgehängten Metallstücke.

28) Sie erhielten deutliche Zeichen von Magnetismus an …ten von Kupfer, Zink, Silber, Zinn, Blei, Spieſsglanz, …ecksilber, Gold, Wismuth und Kohlenstoff, in dem Zu…stande, wie er bei der Bereitung des Kohlenwasserstoffgases …geschieden wird. Beim Quecksilber war man der Abwe-

senheit des Eisens völlig gewifs. Andere Substanzen, Schwefelsäure, Harz, Glas und alle Nichtleiter der Elek- tät, zeigten keine Spur einer magnetischen Wirkung.

29) Metallscheiben, sternförmig ausgeschnitten, wr in ihrer Wirkung auf die Nadel geschwächt (Nr. 3. und Wird aber das abgeschnittene wieder angelöthet, selbst einem Metalle von geringer magnetischer Wirkung, so sich die magnetische Aeufserung gröfstentheils wieder her

30) Die magnetische Wirkung der umgedrehten S- ben wächst im umgekehrten Verhältnisse der Abstände, zwar nicht constant, sondern zwischen der zweiten oder ten Potenz wechselnd. Eben dieses fand auch Christi den Fall, wo ein grofser Magnet unter einer dünnen K- platte in Bewegung gesetzt wird.

31) Christie's spätere Versuche[1] über die Verminde- der rotirenden Fläche durch Ausschneiden zeigen, da Stelle, wo die Continuität unterbrochen wird, wesentli Betracht kommt und dafs die Schwächung desto gröfse je näher der Ausschnitt dem Orte ist, unter welchem sic Magnete bewegen. Eine Scheibe, aus blofs concentris Ringen bestehend, würde sehr geringe Wirkung thun Nr. 12.).

32) Die Stelle, wo ein unter der aufgehängten K- scheibe um eine verticale Axe gedrehter Magnet den sta Magnetismus erregt, liegt nach Christie bei der Kupfer- be von 8,4 Zoll Durchmesser auf 2,07 Zoll vom Cent d. h. so ziemlich in der Mitte zwischen dem Centrum Scheibe und ihrer Peripherie. Dieses stimmt mit Ara Versuchen überein, welcher fand, dafs eine Neigungs sich über dem Centrum einer gedrehten Kupferscheibe, wie über einer dem Rande näheren Stelle vertical halte, den zwischenliegenden Räumen aber mit ihrem untern T beständig nach der Mitte hingewiesen werde.

Aus den angeführten zahlreichen Versuchen geht unzw deutig hervor, dafs auch hier der Magnetismus durch V theilung das Hauptagens dieser Drehungen ausmache und wie schon bemerkt, die Rotation nur die Folge einer wissen Festhaltung sey, welche ein magnetischer Körper

1 Philos. Trans. 1827. und Baumgartner's Zeitschr. IV. 93.

solche Stoffe ausübt, in denen überhaupt ein Magnetismus erregt werden kann. Ob dieses von einem kleinen Antheile redlinischen Eisens, im Kupfer und den angeführten Metallen, der einem gewissen Aggregatzustande ihrer Molecülen, der demjenigen des Eisens ähnlich wäre, herzuleiten sey, ist schwer auszumachen. Das Ganze scheint eine Wirkung an der bloſsen Oberfläche zu seyn (Nr. 29.) und die Anziehung sich mehr über ganze Räume zu verbreiten, nicht aber in einzelnen Puncten zu haften, ein Umstand, der eben die Continuität der Fläche zu einer wesentlichen Bedingung der Wirkung macht. Vielleicht ist die magnetische Materie zum Theil ein meteorisches Fluidum, das, gleich der Elektricität und vielleicht mit ihr, in der Atmosphäre beständig, obwohl im gebundenen Zustande vorhanden, von den Oberflächen einiger Körper in verschiedenem Maſse angezogen und festgehalten wird, bereit, durch jeden idiomagnetischen Körper augenblicklich polarisch zerlegt zu werden[1]. Diese letztere Vorstellungsart wird besonders durch das magnetische Verhalten des Quecksilbers (nach Herschel und Babbage Nr. 28.), bei welchem die beiden erstern Erklärungen nicht zulässig sind, und durch die Unerregbarkeit der elektrischen Nichtleiter, Glas, Harze, Holz, Schwefel u. s. w., (Nr. 27 und 28.) sehr unterstützt[2]. Dagegen scheint der Versuch 14. der Genfer Physiker, nach welchem eine gehämmerte Kupferplatte stärker wirkte, als eine ausgeglühte, (in Uebereinstimmung mit den früher angeführten Wahrnehmungen Cavallo's) mehr für die erste Voraussetzung, nämlich eine kleine *Beimischung von Eisen*, zu sprechen. Als eine Eigenthümlichkeit der magnetischen Wirkung verdient noch der Umstand herausgehoben zu werden, daſs selbst eine bedeutende Erhitzung, wie z. B. die von einer untergesetzten Lampe (Vers. Nr. 23. und oben A., Nr. 5.), sie nicht im mindesten schwächte; ebenso auffallend ist die auch hier bestätigte Permeabilität des Glases für das magnetische Fluidum, selbst bei einer so geringen Intensität

1 S. den Art. *Abweichung der Magnetnadel*. Bd. I. S. 146.

2 Arago's oben in A. angeführte Versuche mit Glas und Eis können die von Herschel und Nobili gemachten Erfahrungen wohl nicht ganz entkräften, da sie in einer solchen Nähe an den Oberflächen gemacht worden sind, daſs schon die anhängende Luft eine hemmende Wirkung ausüben muſste.

desselben (Nr. 15. und Thermomagnetismus 17., desglei die über die Permeabilität oben angeführten Versuche Harris. III. 3.).

VIII. Transversalmagnetismus.

Unter diesem Namen stellte, bald nachdem Oers Entdeckung die Thätigkeit der Physiker in Anspruch ge men hatte, der für theoretische und praktische Naturforsc immer thätige Prechtl[1] in Wien eine neue Ansicht der gnetischen Wirkungen auf, um durch dieselben eine E rung der neuen Erscheinungen zu begründen, die, mel das Wesen des Magnetismus selbst zurückgeführt, weniger fallend seyn mufste, als die Spiralbewegungen Oersted's Ampère's. Wenn man einen etwas breiten Stahlstreif s gnetisirt, dafs er auf der einen Längenkante in ihrer g Ausdehnung nur Nordpolarität, auf der andern nur Südp tät erhält, so hat man einen *Quermagnet*, der mithin a einen Seite das Nordende der Magnetnadel abstofsen, a andern anziehn wird. Statt eines blofs bipolaren Magnet ser Art kann man sich auch ein vierkantiges Prisma d dessen diagonal-gegenüberstehende Kanten den gleichna Magnetismus tragen, einen tetrapolaren Magnet; ein sech tiges Prisma, an dessen Kanten abwechselnd die entge setzten Polaritäten folgen, ein zwölfkantiges u. s. w. führt lich auf die Vorstellung eines Cylinders, an welchem Querschnitt an seiner Peripherie eine Reihe magnetischer mente von abwechselnder Nord- und Südpolarität en Man kann auch, wie Prechtl und nach ihm G. G. Sch thaten, einen Stahldraht so um einen hölzernen oder g nen Cylinder aufwickeln, dafs die Windungen sich über rühren und dann zwei diametral gegenüberstehende Stel der Richtung der Axe mit dem Nord- und Südpole Magnets bestreichen, so erhält man einen *Transversalm* der insofern dem Schliefsungsdrahte der Volta'schen ähnlich ist, als er zwei einander gegenüberstehende ung namige Magnetismen enthält. G. G. Schmidt[2] zeigte,

1 G. LXVII. 259.
2 G. LXX. 229.

diese Magnetisirung auch durch den elektrischen Schlag einer Leidner Flasche hervorgebracht werde, deren Entladung durch einen Metalldraht nahe über dem Stahldraht-Cylinder hingeführt wird. Nur erhält die Linie des Cylinders, welche gerade unter dem Entladungsdrahte liegt, keinen Magnetismus, sondern sie bleibt indifferent, und erst in der Entfernung eines Quadranten bildet sich auf jeder Seite des Cylinders eine Linie, welche links vom Ausfliefsen des positiven Entladungsstromes aus lauter Nordpolen, *rechts* aus lauter Südpolen besteht; unten zwischen diesen beiden Seitenlinien ist wieder Indifferenz. Schon dieser Umstand zeigt, dafs der elektrische Schliefsungsdraht keineswegs mit einem Transversalmagnete zu verwechseln sey, weil am erstern keine solche Indifferenzlinie sich findet, ganz entscheidend aber spricht gegen diese Substitution das gänzliche Ausbleiben aller Drehung um den vertical gestellten Transversalmagnet, und so sehn wir uns, trotz aller Zeit und Mühe, welche die scharfsinnigsten Physiker, Prechtl, Schmidt, Muncke, Erman u. a. auf die Verfolgung dieses Gegenstandes verwendet haben, doch nur zu der Ansicht des letztern gedrungen, dafs nämlich alle natürliche und die meisten künstlichen Magnete Longitudinalmagnete seyen, dafs es aber eine Künstelei beim Streichen gebe, durch welche man transversale Polarisation bewirken kann[1]. Mit diesem Urtheile stimmt auch so ziemlich der Schlufs überein, den Prechtl selbst aus seinen spätern Untersuchungen zog, dafs für den Transversalmagnet dieselben Gesetze, wie für den Longitudinalmagnet gelten, indem er in seiner einfachsten Form die *Longitudinalmagnetisirung* einer Fläche nach der Breite ist[2]. Eben dieses wird auch durch Schmidt's Versuche und Rechnungen bestätigt, nach welchen (Coulomb's frühern Untersuchungen gemäfs) die Kraft der Transversalmagnete mit ihrem Durchmesser (nach der gewöhnlichen Sprache mit ihrer *Länge*) wächst und das Maximum der Wirkung der Mitte des Magnets um so näher liegt, je geringer sein Durchmesser ist[3]. Der *Transversalmagnetismus*

1 Umrisse zu den phys. Verhältnissen des v. Oersted entdeckten elektrochemischen Magnetismus, skizzirt v. P. Erman. Berlin 1821. G. LXVII. 393.

2 G. LXVIII. 202.

3 G. LXXI. 410.

ist also nicht sowohl eine neue Form der magnetischen Erscheinungen, als vielmehr eine abgeänderte Gestalt der künstlichen Magnete.

IX. Ausbreitung des Magnetismus.

Dafs die Kraft starker Magnete bis auf 10 und 15 F. nach Scoresby's Versuchen bis auf 40 Fufs und darüber g... könne und dafs besonders ihre Wirkung auf die Magnetn... sehr weit reiche, ist schon oben aus Musschenbroeck's Andrer Versuchen dargethan worden; allein das Gesetz, n... welchem sie mit der Entfernung abnehmen mufste, sc... lange Zeit dem Blicke der Naturforscher sich entziehn zu w... len. Dafs die magnetische Kraft, als von einem Puncte a... gehend, nach den *Quadraten der Entfernungen* sich ver... dern müsse, war aus allgemeinen Betrachtungen wahrsc... lich; allein bei einem so geheimnifsreichen Wesen, w... Magnetismus war, bedurfte es wohl der Entscheidung ... Erfahrung, um über diese Annahme sich zu beruhigen. ... erste, der hierüber eigentliche Versuche anstellte, ... Hawksbee[1], der jedoch sich dabei so benahm, dafs es ... möglich wurde, aus denselben irgend ein Resultat abzul... Auf das Centrum eines horizontalliegenden Quadranten v... Fufs Radius legte er eine Compafsnadel von 3 Zoll Läng... dafs sie, sich selbst überlassen, auf den Nullpunct der ... theilung wies. Dann schob er einen Magnet von 6 ℔ ... wicht und einer etwas unregelmäfsigen Gestalt längst ... Limbus von Grad zu Grad und in verschiedenen Dist... und notirte die Abweichungswinkel der Nadel nach G... und Minuten für diese Stellungen. Das Nämliche vers... er auch mit einer Nadel von 6 Zollen, jedoch zeigte sich ... weniger gut. Ueberhaupt wurden sowohl durch die ... grofse Länge der Nadeln, als auch durch die Unsicherh... von 3 bis 6 Zoll fortlaufenden Distanzen seine Versuch... ungewifs, dafs die Königl. Societät dem Dr. Brook Tay... den Auftrag ertheilte, andere und klarere Experimente ... über anzustellen. Dieser machte seine Sache darin besser, ... er den Magnet (es war der grofse, welcher der K. Ges...

1 Philos. Trans. Nr. 335. p. 506.

schaft angehörte) nicht längst dem Limbus des Quadranten führte, sondern in einer geraden Linie vom Compafs entfernte, die auf den magnetischen Meridian senkrecht war; allein sey es, dafs er in den Stellungen des Magnets diese gerade Linie nicht genau hielt, oder überhaupt die Distanzen nicht genau mafs[1], wohl auch das Centrum der magnetischen Kraft im Magnete nicht kannte, auch seine Beobachtungen führten zu nichts und die Sache kam an Whiston. Dieser bediente sich einer Nadel von 4¼ Zoll und statt des Magnets einer *Tervelle* von 3 Zoll und brachte endlich durch gröfsere Sorgfalt eine Beobachtungsreihe zu Stande, in welcher die *Sinus der halben Abweichung* doch ein Verhältnifs ausdrückten, das demjenigen der *Quadrate der Distanzen* sich hier und da zu nähern schien; allein die Sache war damit noch keineswegs entschieden, und so konnten Newton[2] und später seine Commentatoren, Jacquier und Le Sueur, auf die Idee gerathen, dafs die magnetische Kraft im kubischen Verhältnisse der Distanzen wirke, während das Schwankende seiner Versuche, die bald über, bald unter das quadratische Verhältnifs gingen, Whiston selbst verleiteten, es auf die ½te Potenz zu setzen. Das war im Anfange des 18ten Jahrhunderts. Etwa 20 Jahre später erschien des mühsam thätigen Musschenbroeck's Abhandlung über den Magnet[3], in welcher er mehrere Reihen von Versuchen aufstellte, die (wie es ihm schien) zu dem Resultate führten, dafs die magnetische Wirkung meist im einfachen Verhältnisse der Entfernung abnehme. Obwohl sein Verfahren bestimmter zum Ziele führen sollte, indem er, wie früher Dr. Hooke versucht hatte, durch directe Abwägung vermittelst einer Waage die magnetische Anziehung nach Granen in den verschiedenen Abständen bestimmte und die damals noch etwas unklare Methode der Ab-

1 Die Fehler der Beobachtungen gingen bei der kleinern Nadel bis auf 13°, bei der gröfsern 6zolligen, die Halley zu seinen Beobachtungen über die magnetische Abweichung gebraucht hatte, bis auf 19°. S. Brémond Experiences phys.-mécaniques de M. Hawksbee. T. II. p. 482.

2 Princ. Philos. nat. lib. III. prop. 6. Coroll. 5. „Vis magnetica decrescit in ratione distantiae non duplicata, sed fere triplicata, quantum ex crassis quibusdam observationibus animadvertere potui.“

3 Petri van Musschenbroeck Dissertatio physica experimentalis de Magnete, Lugd. Batav. anno 1729. edita. Viennae Austr. 1754. 4.

lenkungen der Magnetnadel verliefs, so boten auch seine Beobachtungen keineswegs diejenige Uebereinstimmung dar, die zu einem beruhigenden Schlusse hätte führen können. Er selbst fand am Ende, es sey besser einzugestehn, es gebe da gar kein bestimmtes Gesetz, als sich mit gekünstelten Experimenten abzumüden, wo die Natur ihre Antwort versage.

So blieb die Sache, bis im J. 1765 LAMBERT sich dieses Gegenstandes annahm[1]. Gewohnt, die Natur mit klarem Blicke zu erfassen, entwickelt er zuerst die mancherlei Schwierigkeiten, die sich dieser Untersuchung entgegenstellen, und vor allem bedauert er die Verborgenheit, in welcher Tob. MAYER's Arbeiten hierüber geblieben sind[2]. Er zeigt, von welchen Nebenumständen das an sich einfache Gesetz der magnetischen Anziehung umhüllt sey und wie schwer es hier sey, einen reinen Versuch zu veranstalten. „Man kann, sagt LAMBERT, dem Magnete wohl mehrere Pole ertheilen, aber nicht einen unipolaren Magnet machen, und so mischt sich immer in die Anziehung des einen Pols die Abstofsung des andern ein. Sodann ist es nicht der Pol des Magnets allein welcher anzieht, sondern in mehr und minderem Grade auch die andern Theile seiner Oberfläche. Bei Versuchen über die Anziehung können wir dem Magnete nur eisenhaltige Körper oder einen andern Magnet gegenüberstellen; dauert der Versuch nur einige Zeit, so wird durch die Einwirkung des gröfsern Magnets das Eisen selbst magnetisch, oder auch der Magnet nimmt an Kraft zu. Erheischen die Versuche eine längere Periode, so weifs man nicht sicher, ob nicht der Hauptmagnet etwas von seiner Stärke verloren hat. Ebenso sind die Gröfse und Gestalt des Magnets von wesentlichem Einflusse auf seine Anziehung. Zu diesen vier Elementen von

1 Hist. de l'Acad. Roy. de Berlin 1765. p. 22.

2 Die Göttinger Gel. Anz. v. J. 1760 erwähnen einer Abhandlung von T. MAYER, in welcher er nicht nur den Satz der magnetischen Anziehung nach dem Quadrate der Entfernung aufstellt, sondern überhaupt die Untersuchung über die magnetische Kraft in ihrem ganzen Umfange zur Hand genommen hatte. Ein Beobachter wie MAYER war, hatte hierüber wohl nicht entschieden, ohne die Natur zu befragen. Was LICHTENBERG aus seinen Manuscripten mitgetheilt hat, bezieht sich hauptsächlich auf MAYER's Theorie der magnetischen Abweichung.

bekannter Wirkung, der *Masse*, *Gestalt*, *Entfernung* und *Stärke* des Magnets, gesellt sich noch ein fünftes, nämlich die *schiefe Richtung des Zuges*, die auch hier, wie überall, eine Veränderung zur Folge haben muss. Und hier möchte sich besonders zwischen dem unmagnetischen Eisen und einem selbstmagnetischen Körper ein wesentlicher Unterschied ergeben. Das erstere wird in allen seinen Theilen angezogen, in welcher Stellung es sich auch befinden mag, der letztere hingegen an einer Stelle mehr als an einer andern und die Wirkung geht wohl gar in Indifferenz oder Abstoſsung über. Eine Compaſsnadel von Eisen würde in jeder Richtung stehn bleiben; anders die Magnetnadel, die nur im magnetischen Meridiane zur Ruhe kommen würde. Diese und überhaupt jede Eisenmasse ist also immer dem Zuge von einem oder mehreren Magneten unterworfen, die sich im Innern der Erde befinden, und eben dieses bringt eine neue Complication hervor, sobald wir der Nadel einen Magnet oder eine Eisenmasse gegenüberbringen."

Lambert bemerkt nun, daſs die Methode der *horizontalen Schwingungen* geeignet wäre, uns über die Beziehung, die zwischen der mittlern magnetischen Kraft und der mittlern Richtung existirt, einigen Aufschluſs zu geben. Allein, abgesehn von den verschiedenen Bedenklichkeiten, die sich gegen die Sicherheit dieser Methode erheben lassen, müſste man dazu sehr groſse Schwingungsbogen anwenden, um das Gesetz ihrer Aenderung bei verschiedenen Winkeln des schiefen Zuges kennen zu lernen; kleine Schwingungen sind immer isochronisch, welches auch jenes Gesetz seyn mochte. Die bewegende Kraft ist immer als eine Function des Sinus von jenem Winkel, den man den Einfallswinkel nennen mag, anzusehn, so daſs, wenn man diesen Sinus mit x bezeichnet, jene Kraft durch die Reihe

$$ax + bx^2 + cx^3 + \text{u. s. w.}$$

ausgedrückt wird, wobei also, wenn x sehr klein ist, die Glieder, welche seine Potenzen enthalten, wegfallen. Der Umstand endlich, daſs bei groſsen Schwingungswinkeln die Reibung auf der Gnomonspitze der Boussole gröſser wird, was eine beständige Verkleinerung der Bogen und eben damit eine Veränderung der Schwingungszeiten zur Folge hat, trägt dazu

bei, die Vortheile dieser sonst leicht ausführbaren Metho sehr zweideutig zu machen.

Die Art und Weise, wie LAMBERT sich benimmt, u sowohl das Gesetz der Wirkung des Einfallswinkels, als auc nach erreichter Bestimmung desselben dasjenige der *Wirku in die Ferne* aus der beobachteten Ablenkung der Compaß nadel durch einen Magnet herzuleiten, die Geschicklichkei mit welcher er allen vorbenannten Einflüssen, die von d ungleichen Vertheilung des Magnetismus in der Nadel, vo den verschiedenen Einfallswinkeln auf einzelne Stellen dersel ben, von der Lage des magnetischen Schwerpuncts im Ma gnete und in der Nadel herrühren, mit allen darauf bezügli chen analytischen Verwickelungen durch einen einfachen un sichern Griff auszuweichen, der Scharfsinn, mit welchem e die Erscheinungen zu ordnen und ihnen alle mögliche Ergeb nisse durch die einfachsten Schlüsse zu entlocken weiſs, sin ein wahrhaftes Muster physikalischer Untersuchung, so daſ eine gedrängte Darstellung seines Verfahrens hier nicht a unrechten Orte seyn mag.

Fig. 125. Auf einem mit Papier bespannten Brete zog er den Halb kreis rDKPT, den er von 5 zu 5 Graden genau eintheilte, und pflanzte in das Centrum desselben die Gnomonspitze C ein, auf welcher die Nadel pq spielte. Dieser setzte er in dem Intervall rp den Südpol eines kleinen unarmirten Magnets von nahe kubischer Form gegenüber. Die Distanz rp wurde einerseits durch die Nothwendigkeit, die leichte Nadel gegen eine eigentliche Losreiſsung zu schützen, andererseits durch den Umstand bedingt, daſs auch bei gröſserer Annäherung die ab lenkende Kraft des Magnets wirklich unverändert blieb. Das Bret wurde darauf so gedreht, daſs die Linie AB in den ma gnetischen Meridian zu liegen kam, und der Magnet sodann, seine Axe gegen C gerichtet, auf demselben so herumgescho ben, daſs er die Nadel immer um die nämliche Anzahl von Graden ablenkte. So entstand z. B. für eine Ablenkung
von . . . . 30° die Curve DEFGHI,
für die Ablenkung von 60° die Curve KLMNO,
für diejenige von 90° die Curve PQRS
und für die von 120° die Curve TVW,
wobei zu bemerken ist, daſs die Abstände DC, EC u. s. w. eigentlich um die halbe Dicke des Magnets vergröſsert werden

…ten. Es zeigte sich, dafs diese Curven ihren Scheitel in derjenigen Linie erhalten, welche auf die jedesmalige Richtung der Nadel senkrecht ist, und auch der Versuch ergab (freilich mit derjenigen Ungenauigkeit, die von praktischen Arbeiten unzertrennlich ist), dafs der rechte Schenkel GHI der ersten Curve dem linken DEFG gleich sey.

Es kommt nun darauf an, die wirkende Kraft des kleinen Magnets auf die Nadel zu bestimmen. Wäre diese in allen Puncten einer Curve die nämliche, so müfsten auch für eine gewisse Ablenkung, z. B. für 30°, die Abstände CD, CE, CF, CG u. s. w. gleich seyn. Allein die letztern sind gröfser, mithin der Zug des Magnets in F und G schwächer, als in D und E. Da er jedoch die nämliche Ablenkung bewirkt, so mufs diese Abnahme der Kraft durch einen günstigern Einfallswinkel in den letztern Puncten compensirt werden, und diese Wirkung des Einfallswinkels ist den Abständen umgekehrt proportional. Wäre das Verhältnifs der Abstände zur absoluten Kraft des Magnets bekannt, so könnte man das Maafs jener Wirkung für jeden Winkel bestimmen; allein da dieses nicht der Fall ist, so mufs man anderswo Hülfe suchen, und diese finden wir in dem Zuge des Erdmagnetismus. Offenbar ist die Ablenkung der Nadel das Resultat des combinirten Zuges von den beiden Magneten, dem grofsen in der Linie befindlichen und dem kleinern, der seitwärts von der Nadel steht. Auch für jenen tritt die Betrachtung des schiefen Zuges ein. Denn, wenn sich der kleine Magnet nach einander in den Puncten G, N, S befindet, so übt er offenbar wegen des geringern Abstandes in S eine gröfsere Kraft aus als in G, allein seine Axe ist in allen drei Stellungen auf die Länge der Nadel senkrecht, mithin sein Einfallswinkel der nämliche, d. h. ein rechter. Die Ungleichheit seines Zuges ist also einer Gegenwirkung des Erdmagnetismus zuzuschreiben, welche stärker auf die Nadel einwirkt, wenn sie in der Ablenkung CP, als wenn sie in der von CD oder CA sich befindet. Da nun die mittlere Richtung der terrestrischen Magnetkraft in der Linie BA liegt, so ist klar, dafs sie um so schiefer wirkt, je mehr die Nadel von CP nach CA sich wendet.

Diese beiden schiefen Züge halten sich also gegenseitig im Gleichgewicht, indem der kleine Magnet die Nadel aus

ihrem Meridiane abzieht, während der Erdmagnetismus sie selben zuzuführen strebt. Nun sind die Puncte E, M, S derjenigen Lage, dafs der schiefe Zug oder der Einfallsw. für beide Kräfte gleich grofs ist, nämlich

$$ACD = ECD, \; ECM = BCM,$$

und ebenso in S; sie sind 30°, 60° und 90°. Bring' den kleinen Magnet succesiv in die genannten drei Pun' wird seine relative sowohl, als seine absolute Kraft der tiven und absoluten Kraft des Erdmagnetismus gleich Daraus folgt denn auch die Gleichheit der Abstände CE, CM Nehmen wir nun zwei gleiche Abstände des kleinen Magnets z. B. Cd und CQ, in welchen seine absolute Kraft die liche ist, bezeichnen wir diese mit m, die des Erdmagnet M, und betrachten wir den Effect des schiefen Zuges als Function des Einfallswinkels, so läfst sich diese folgend fsen bestimmen. Es befinde sich der Magnet in d, so ist Einfallswinkel dCD = 15°, der Einfallswinkel des E gnetismus DCA = 30°. Da hier die Nadel im Glei wichte ist, so mufs M multiplicirt durch irgend eine Fun des Winkels von 30° ein ebenso grofses Product geben, m multiplicirt mit einer Function des Winkels von 15°,

$$M.f(30°) = m.f(15°) \text{ seyn, also}$$
$$M : m = f(15°) : f(30°).$$

Versetzen wir nun den Magnet nach Q, so sind auc die Kräfte m und M dieselben wie vorhin; denn M ist ständig und m bleibt wegen der gleichen Abstände Cd CQ unverändert. Allein hier erhalten wir andere Ein! winkel; für den Magnet ist es QCP = 30° und für den I magnetismus PCA = 90°, man hat daher wie vorhin

$$M.f(90°) = m.f(30°) \text{ oder}$$
$$M : m = f(30°) : f(90°). \text{ Hieraus folgt}$$
$$f(15°) : f(30°) = f(30°) : f(90°),$$ und diese Anal verräth uns mit einem Wurfe die Natur der gesuchten Funct es ist nämlich

$$\text{Sin. } 90° : \text{Sin. } 30° = \text{Sin. } 30° : \text{Sin. } 14°,5$$

und die Wirkung richtet sich also nach dem *Sinus* des E fallswinkels.

Combinirt man den Punct β der Ablenkungscurve von mit dem Puncte f derjenigen von 30°, die beide gleichw vom Centrum abstehn, so sind die Einfallswinkel für d

...ket $\beta C \alpha = 30°$ und $f C D = 75°$; für den Erdmagne-...s $\alpha C A = 15°$ und $D C A = 30°$, und man hat, wenn μ die absolute Kraft des Magnets bezeichnet,

$$M.f(15°) = \mu.f(30°)$$
$$M.f(30°) = \mu.f(75°)$$

daraus $f(15°):f(30°) = f(30°):f(75°)$

was mit $\text{Sin.}\,15°:\text{Sin.}\,30° = \text{Sin.}\,30°:\text{Sin.}\,75°$

sehr nahe übereinstimmt. Aehnliche Relationen ergeben sich noch aus andern Puncten, und wenn auch durch dieselben der Satz, daſs *die Wirkungen des schiefen Zuges dem Sinus des Einfallswinkels proportional* sind, nicht in geometrischer Schärfe erwiesen wird, so zeigen sie doch wenigstens, daſs hier von keiner andern Function, z. B. des Quadrats vom Sinus, wie beim Stoſse der Flüssigkeiten, die Rede seyn könne; woraus sich zugleich ergiebt, daſs man die Wirkung des magnetischen Fluidums nicht nach der Theorie des Stoſses der Flüssigkeiten, sondern nur nach Art des einfachen Druckes behandeln dürfe. Das magnetische Fluidum wirkt auf die drehbare Nadel wie auf einen Hebel, und so muſs der Sinus der schiefen Wirkung hier nothwendig eintreten, da man hingegen im andern Falle zu dem einfachen Verhältnisse der Sinus noch dasjenige ihrer Quadrate hinzufügen müſste.

Nach der Bestimmung dieses ersten und wahrscheinlich wichtigsten magnetischen Gesetzes hält es nun nicht schwer, auch das *Verhältniſs der Kraft zu den Abständen* ausfindig zu machen. Nehmen wir die absolute Kraft des Erdmagnetismus, die er auf die Nadel in ihrer rechtwinkligen Ablenkung CP ausübt, als Einheit an und setzen wir unsern Magnet in die Curve DEG, so wird die Nadel sich in der Richtung CD, d. h. in einer Ablenkung von 30° befinden. Diese bildet für die *terrestrische Kraft* einen Einfallswinkel von 30°, so daſs ihre schiefe Wirkung = Sin. 30° = ½ wird. Gerade so groſs muſs auch die Wirkung des kleinen Magnets auf jedem Puncte der Curve seyn. Setzen wir seine absolute Kraft für irgend einen Abstand = v und seinen Einfallswinkel = φ, den Neigungen der Erde oder den Ablenkungswinkel = ω, so ist $v.\,\text{Sin.}\,\varphi = \frac{1}{2}$, mithin $v = \frac{1}{2\,\text{Sin.}\,\varphi}$, und überhaupt für jede andere Ablenkung $v = \frac{\text{Sin.}\,\omega}{\text{Sin.}\,\varphi}$.

Man erhält hieraus für die verschiedenen Einfalls-Ablenkungswinkel φ und ω die Kräfte v, unabhängig von Abständen, in folgender Tafel:

Werthe von v.

Arg. φ \ ω	15°	30°	60°	90°	120°
15°	1,000	1,932	3,346	3,864	3,346
30	0,518	1,000	1,732	2,000	1,732
45	0,366	0,707	1,225	1,414	1,225
60	0,299	0,577	1,000	1,155	1,000
75	0,268	0,518	0,896	1,035	0,896
90	0,259	0,500	0,866	1,000	0,866

Die dritte Colonne $\omega = 30°$ enthält, wie man sieht, Kräfte des Magnetes in den Puncten D, d, E, e, F, f, die vierte eben dieses für K, L, M, N, O und s. f.

Um diese Werthe mit den Beobachtungen zu vergleic müssen wir vorerst die auf dem Brete erhaltenen Abst CD, Cd, CE abmessen und in Zahlen ausdrücken. Als heit des Maſses mag die halbe Länge der Nadel dienen. dann ist nicht zu vergessen, daſs alle diese Gröſsen um halbe Axe des Magnets zu klein sind, weil die Distanzen bis an den Südpol desselben gemessen wurden. Auch n sen die Kräfte v, so wie sie aus den Einfallswinkeln a leitet sind, in eine den Distanzen selbst angemessene Form bracht und zur Vergleichung mit einem beständigen C cienten versehn werden. Was zuerst die Form betrifft, ist offenbar, daſs mit den Entfernungen die Kräfte abneh die letztern mithin im umgekehrten Verhältnisse darge werden müssen, indem man nämlich ihren Decimalbruch Bei der Ungewiſsheit, ob man das einfache oder irgend anderes Verhältniſs anzunehmen habe, mag es erlaubt einen Versuch mit demjenigen zu machen, welches für Ki die von einem Puncte aus sich ringsum verbreiten, das gemeinste und natürlichste ist, nämlich, daſs die Kraf umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen nehmen. Die Zahlen also, welche die Umkehrung der K ausdrücken, müssen in einer niedrigern arithmetischen gegeben werden, wenn die Abstände unverändert bleiben, dem man $\sqrt{\frac{1}{v}}$ statt $\frac{1}{v}$ setzt. Die Formel, welche die stanz bei irgend einer Ablenkung ausdrückt, erhält daher

gende Gestalt: $\delta = \alpha + n.\sqrt{\frac{\text{Sin. }\varphi}{\text{Sin. }\omega}}$, in welcher δ die Distanz des Magnets vom Centrum der Nadel, α die halbe Axe desselben, n den bemerkten Coefficienten und $\sqrt{\frac{\text{Sin. }\varphi}{\text{Sin. }\omega}} = r$ die Modificirung der magnetischen Kräfte durch den Einfallswinkel bezeichnet. Folgende Tafel giebt die Werthe von r für verschiedene Einfallswinkel des terrestrischen, wie des künstlichen Magnetismus.

Werthe von r.

	ω.	15°	30°	60°	90°	120°
	15°	1,000	0,720	0,546	0,509	0,546
	30	1,390	1,000	0,760	0,707	0,760
φ.	45	1,653	1,189	0,904	0,841	0,904
	60	1,829	1,316	1,000	0,931	1,000
	75	1,932	1,390	1,056	0,983	1,056
	90	1,966	1,414	1,075	1,000	1,075

Mit Hülfe dieser Tafel zieht man aus je zwei beobachteten Abständen δ und δ' und den zugehörigen r und r' den mittlern Werth von n und von α, nach den Formeln

$$n = \frac{\delta - \delta'}{r - r'} \text{ und } 2\alpha = \delta + \delta' - n.(r + r'),$$

und berechnet dann zur Vergleichung die Distanzen. Man erhält hiernach $\alpha = 1{,}31$ und $n = 2{,}2$. Die Uebereinstimmung, welche sich in folgender Tafel darstellt, mag immerhin den empirischen Beweis liefern, daſs wenigstens in den Grenzen dieser Beobachtungen das angenommene Gesetz richtig sey.

$\omega=15°$				$\omega=30°$				$\omega=60°$			
φ	Beob.	Ber.	Fehler	φ	Beob.	Ber.	Fehler	φ	Beob.	Ber.	[illegible]
15°	3,61	3,51	+ 10	15°	2,71	2,89	− 18	15°	2,54	2,51	−
30	4,50	4,37	+ 13	30	3,62	3,51	+ 11	30	3,00	2,9[illegible]	−
45	4,94	4,95	− 1	45	4,17	3,93	+ 24	45	3,28	3,3[illegible]	−
60	5,20	5,34	− 14	60	4,33	4,21	+ 12	60	3,48	3,51	−
75	5,36	5,56	− 20	75	4,48	4,37	+ 11	75	3,51	3,63	−
90	5,43	5,64	− 21	90	4,61	4,42	+ 19	90	3,52	3,67	−

$\omega=90°$				$\omega=120°$			
φ	Beob.	Ber.	Fehler	φ	Beob.	Ber.	Fehler
15°	2,35	2,43	− 8	15°	2,34	2,51	− 17
30	2,84	2,86	− 2	30	2,84	2,98	− 14
45	3,10	3,16	− 6	45	3,12	3,30	− 18
60	3,18	3,36	− 18	60	3,33	3,51	− 18
75	3,29	3,47	− 18	75	3,44	3,63	− 17
90	3,49	3,51	− 2	90	3,53	3,67	− 14

Wenn auch hier die negativen Differenzen etwas vor: scheñd sind, so zeigen die nicht minder grofsen positiven . der Fehler den Beobachtungen zugeschrieben werden n Bei der Kleinheit der Figur, die in der Zeichnung in . wirklichen Gröfse dargestellt ist, läfst sich die Abmes keineswegs auf Hunderttheile einer Einheit verbürgen, di etwa einen halben Zoll beträgt, und eben dieser geringe I messer der Nadel machte es auch um so schwieriger, scharfe Einstellung derselben auf einen gewissen Ablenku grad zu beobachten; auch die Kürze des Magnetes mochte genauen Einstellung seiner Axe in die Richtung des R nicht immer günstig seyn.

Betrachtet man die obige Formel $\delta - 1{,}31 = 2{,}2\sqrt{\frac{S}{s}}$

so zeigt sich, dafs, um diejenigen Distanzen zu haben, d Quadrate umgekehrt den Kräften proportional sind, es r genügt, den Abstand der Mittelpuncte des Magnets und Nadel oder denjenigen vom Südpol des einen zum Cent der andern zu haben, sondern dafs selbst dieser letztere n um die Gröfse $\alpha = 1{,}31$, die in der Figur mit der Linie übereinstimmt, vermindert werden mufs. Wäre $\alpha = 1$. ergäbe sich daraus, dafs die Distanzen von der Endspitze d Nadel bis zur Kante des Magnetes genommen werden mü sen; allein der bemerkenswerthe Umstand, dafs diese Entf

[illegible] der Enden beider magnetischen Körper noch um 0,31 [illegible] ist, zeigt offenbar, daſs *das eigentliche Centrum der Anziehung etwas auſserhalb des Poles liege*[1]. Wirklich nahm [illegible] Versuche selbst die Anziehung des Magnets gegen die Nadel innerhalb der Grenzen der Puncte r, α, D u. s. w., die [illegible] um 0,3 von dem Nadelende abstehn, so zu, daſs sie im Vergleich zur magnetischen Erdkraft unendlich zu nennen war [illegible] die Nadel von der Gnomonspitze abgerissen hätte. Es ist wahrscheinlich, daſs diese Gröſse 0,3 sich zwischen dem Magnete und der Nadel in einem Verhältnisse theile, das der Stärke ihrer respectiven Magnetismen angemessen ist, so daſs der magnetische Schwerpunct der Nadel näher liegt, als dem Magnete.

Um sich von der Allgemeinheit seiner Formel zu überzeugen, stellte LAMBERT noch mit zwei andern Nadeln, die eine von 44, die andere von 26 par. Lin. Länge, und einem magnetischen Stahlstabe von 5 Zoll 7 Lin. Länge, 6 Lin. Breite und 1 Lin. Dicke die nämlichen Messungen an und fand aus denselben a = 31 Lin. und n = 53,8 Lin., welche durch die halbe Länge der Nadel 22 Lin. dividirt $\alpha = 1{,}41$ und $n = 2{,}44$ geben; eine Verschiedenheit mit den obigen Resultaten, die nur etwa $\frac{1}{11}$ beträgt und die kein Bedenken erregen kann, wenn man die groſse Ungleichheit der Werkzeuge, namentlich die Stärke der Magnete, von welchen der natürliche von 4 und 6 Linien in Kanten kaum eine Nähnadel zu tragen vermochte, während der andere über 2 Unzen trug, berücksichtigt.

Die Nadel von 26 Lin. gab mit dem nämlichen Stahlstabe behandelt dieselben Resultate, wie diejenige von 44. LAMBERT erklärt dieses aus dem Umstande, daſs es sich hier nicht um die magnetische Stärke der Nadel, sondern lediglich um das *Verhältniſs* der Kräfte des künstlichen Magnetes und des Erdmagnetismus handle. Die erstere ist mit der Distanz veränderlich, die letztere ist als beständig anzusehn. In ihrer Wirkung auf die Nadel hängen sie theils von den Einfallswinkeln φ und ω, theils von der Länge und Kraft der

---

1 Eben dieses fand auch KUPFFER bei Stäben, die bis zur Sättigung magnetisirt sind. Ann. d. Ch. XXXV. 80. Baumg. IV. 87. [illegible]: *Vertheilung des Magnetismus im Innern der Stahlstäbe.*

Nadel ab. Allein diese Länge und Kraft der Nadel i beide sollicitirende Magnetismen die nämliche, beide w in gleichem Maſse stärker auf eine längere und kräftiger del. Nur die Winkel φ und ω kommen in Betracht, sie ben jedoch die nämlichen, wenn ein anderer Magnet die che Stellung und Richtung gegen das Centrum der Nade nimmt, insofern nicht die Länge der Nadel eine gewisse G überschreitet. Obwohl auch diese Behauptung durch neuen Versuch mit einer Nadel von 30 Lin. sich bes so hält LAMBERT seine Formel dennoch nur für eine rung. Der Einfallswinkel ω des Erdmagnetismus mag dings in Betracht der groſsen Entfernung jenes Anziel punctes im Innern der Erde für alle Stellen der Nad nämliche seyn und somit erleidet der Sinus desselben und Quadratwurzel keine Aenderung. Anders verhält es si dem Winkel φ; da sind die vom Magnete aus an alle der Nadel gezogenen Linien keineswegs parallel und Winkel ist nur eine annähernde Mittelgröſse zwischen ligen mehr oder weniger von ihm abweichenden Wi Die auf empirischem Wege gefundene Formel

$$\delta = a + n . \sqrt{\frac{\text{Sin.}\,\varphi}{\text{Sin.}\,\omega}}$$

ist daher als ein Integral anzusehn, das aus mehrern Gl zusammengezogen ist, das aber die Mühe des Differen nicht lohnen würde, so lange man nicht von der völlige nauigkeit der Formel überzeugt wäre.

In den Jahren 1768 bis 1783 beschäftigte sich ein glied der Königl. Akademie d. W. in Lissabon, J. Ant DALLA BELLA, sehr angelegentlich mit Versuchen übe magnetische Anziehung, zu welchen er sich durch der brauch des oben erwähnten ungemein kräftigen chinesis Magnetes sehr ermuntert sah. Im Laufe jener Zeit hat sich verschiedentlich bemüht, die Tragkraft desselben zu gern, und diese von 170 ℔ bis auf 202 ℔ gebracht. Er klagte sich sehr über die Veränderlichkeit der Tragkraft Magnete, die oft von einem Tage zum andern wechsele, schreibt namentlich dieser die Ungleichheit in den Resul seiner Versuche über die Anziehung in die Ferne zu. Er festigte diesen Magnet unbewaffnet dergestalt, daſs seine auf die Ebene des Horizontes senkrecht und der eine se

Pole aufwärts gerichtet war. Ueber demselben hing er an einem hölzernen Gestelle eine Waage auf, die zu beiden Seiten mit 8 und mehr ℔ belastet dennoch für ¼ Gran Ausschlag gab. Am einen Arme dieser Waage hing er vermittelst eines langen Fadens den eisenhaltigen Körper auf, der vom Magnete angezogen werden sollte, wobei er möglichste Sorge trug, jenen genau in die Verticale zu bringen, die durch die Pole des letztern ging. Die Waage, die vermittelst Rollen höher und niedriger gestellt werden konnte, wurde dann niedergelassen, bis beide Körper einander berührten. Nachher wurden sie getrennt und in Entfernungen, die von 3 zu 3 Linien zunahmen, durch Wegnehmen von Gewichten das Gleichgewicht der Waage wieder hergestellt. War diese soweit heraufgezogen worden, dafs der Körper aufser der Anziehungssphäre des Magnets sich befand, so liefs man ihn den vorigen Weg rückwärts machen, um in den nämlichen Distanzen die Anziehung nochmals zu messen. Dafs dabei jede Erschütterung der Waage, die vom Auflegen der Gewichte, von starken Oscillationen, vom Athmen oder Luftzuge entstehn konnte, aufs Sorgfältigste vermieden wurde, dafür bürgt die eigene Versicherung dieses seit dreifsig Jahren als Professor functionirenden Physikers, der auch durch die oben bemerkte Veränderlichkeit im Anziehungsvermögen des Magnets sich bewogen fand, bei jedem Experimente den Stand des Barometers und Thermometers, die Richtung des Windes und die Beschaffenheit der Witterung mit anzuführen.

Dalla Bella befestigte nun den grofsen Magnet dergestalt, dafs seine sieben Zoll lange Axe vertical und der Nordpol oben stand. An dem Drahte, der vom Arme des Waagebalkens herabhing, brachte er eine Terrelle aus Magnetstein von 1½ Zoll Durchmesser an, nahe 7 Unzen schwer und von 4,148 specifischem Gewichte, ihren Südpol nach unten gekehrt. Er senkte dann die im Gleichgewichte stehende Waage so lange, bis sich eine Spur von Anziehung ergab, und notirte bei den folgenden Abständen die Zahl von Granen, die zur Herstellung des Gleichgewichts beim Aufsteigen und Senken der Waage erforderlich war. So erhielt er am 24. April folgende Werthe, bei denen die Entfernungen in Pariser Linien angegeben sind.

Nadel ab. Allein
beide sollicitirende
in gleichem Maße
del, Nur die W
hen jedoch die n
ahe Stellung und
nimmt, insofern
überschreitet. C
neuen Versuch
so hält LAMBER
rung. Der Einf
dings in Betrach
punctes im Inne
nämliche seyn m
Quadratwurzel b
dem Winkel y
der Nadel gena
Winkel ist nur
ligen mehr ode
Ihn auf empirisc

Ist daher als ein
zusammengezog
nicht lohnen w
nauigkeit der B

In den Jah
glied der Königl
DALLA BELLA,
magnetische An
brauch des eben
Magnetes sehr
sich verschieden
gern, und diese
klagte sich sehr
Magnete, die ein
schreibt unmittelb
seiner Versuche
längere dieser M
der dünne den

n wahrscheinlichen Voraussetzung $m:m' = (d'+x)^2 : (d+x)^2$,

oder $\sqrt{m} : \sqrt{m'} = d' + x : d + x$;

somit $\sqrt{m} - \sqrt{m'} : \sqrt{m'} = (d' - d) : (d + x)$;

so $x = \frac{\sqrt{m'}.(d'-d)}{\sqrt{m} - \sqrt{m'}} - d$. Es sey z. B. nach der obigen Tafel

$=583; m'=87; d=3, d'=36; \sqrt{m}=24,145; \sqrt{m'}=9,327$;

mithin $\sqrt{m}(d'-d) = 9,327 \times 33 = 307,79; \sqrt{m} - \sqrt{m'} = 14,818$;

araus $x = 20,65 - 3 = 17,65$. Im Mittel aus sechs solchen ombinationen ergiebt sich $x = 17,78$. Um nun nach dieser nnahme die Werthe von m' für die verschiedenen d' zur ergleichung mit den Beobachtungen herzuleiten, hat man, enn die erste Beobachtung zum Grunde gelegt wird,

$$(d'+x)^2 : (3 + 17,78)^2 = 583 : m'.$$

Ian erhält hieraus folgende Tafel, in welcher als Resultat es Versuchs die Mittelzahl der obigen Gewichte angesetzt ist:

Abst.	m' Beob.	m' Be- rechn.	Abst.	m' Beob.	m' Be- rechn.	Abst.	m' Beob.	m' Be- rechn.
0	1026	....	24	142	144	96	10	19
3	583	583	36	87	87	108	6	16
6	443	445	48	51	58	120	4	13
9	348	351	60	32	42	132	3	11
12	286	284	72	21	31	144	2	10
18	201	197	84	14	24	156	1	8

Man sieht, daſs bis auf 3 Zoll Abstand beider Magnete on einander das angenommene Gesetz der Abnahme nach den uadraten der Distanz mit der Natur so ziemlich übereinimmt. Allein weiterhin nimmt die Anziehung plötzlich in nem weit stärkern Verhältnisse ab. Da passen weder dritte, ch vierte Potenzen; auch die Herleitung des Werthes von aus diesen spätern Gröſsen giebt keine auch nur etwas überstimmende Resultate, welche Hypothese man auch für die nahme annehmen mag.

Wir erlauben uns hier einen der zahlreichen Versuche sschenbroeck's, die sonst etwa ohne Werth und Zweck den Lehrbüchern angeführt worden sind, aufzunehmen, um u zeigen, daſs mit Benutzung der corrigirten Abstände auch ese Beobachtungen bis auf eine gewisse Grenze das umgehrte Verhältniſs der Quadrate der Distanzen bewähren. Wir

wählen das *Experimentum* II. seiner zweiundzwanzig V
che über die magnetische Anziehung, in welchem er
kugelförmigen natürlichen Magnet von 6¼ Zoll rheinl. D
messer auf einen Magnetstein, der ein Parallelepipedun
2½ Z. Länge, 2 Z. Breite und 1½ Z. Dicke bildete, einw
liefs. Seine Waage gab unbelastet $\frac{1}{10}$ Gran an und zu
nauern Messung der kleinen Abstände hatte der geübte
siker sich kleine Messingstücke verschafft, deren Dicke
1, 2, 3 u. s. w. Linien hielt und die zwischen beide Ma
gelegt wurden. Der Versuch wurde am 11. Juli 1725
stellt bei 29,208 Zoll rheinl. Barometerhöhe, 62° Fahren
trocknem, hellem Wetter mit Nordwind. Im Mittel aus s
Bestimmungen ergiebt sich aus den Beobachtungen der V
von x = 11,74 und mit demselben erhält man von der (
240 Gran ausgehend folgende berechnete Gewichte, di
den beobachteten in folgender Tafel zusammengestellt si

Lin.	Grane.		Lin.	Grane.		Lin.	Grar	
	Beob.	Be- rechn.		Beob.	Be- rechn.		Beob.	[illegible]
84	2¼	5,2	8	100	100,0	3	173	[illegible]
12	70½	69,2	7	106	111,0	2	205	[illegible]
11	75½	75,2	6	111	123,7	1	240	[illegible]
10	85	82,6	5	132	138,8	½	270	[illegible]
9	92	90,3	4	149	157,3	0	300	[illegible]

Hier ist allerdings die Uebereinstimmung der T
mit der Erfahrung geringer, als bei Bella's Versuchen,
noch hätte der Leidner Physiker ungleich mehr aus s
Angaben ziehn können, wenn er diese Reduction ders
versucht hätte, und das vermuthete Gesetz der Abnahme
durch ihn schon aufser Zweifel gestellt worden, statt dafs
Arbeit nur dazu beitrug, die Annahme desselben um ei
bes Jahrhundert zu verzögern.

Nicht glücklicher war er bei seinen Versuchen üb
Anziehung des reinen Eisens durch den Magnet, wie
aus folgender Reihe in seinem *Experimentum* XVIII. (
zu ersehn ist:

Lin.	Grane. Beob.	Berechn.	Lin.	Grane. Beob.	Berechn.	Lin.	Grane. Beob.	Berechn.
0	1312	...	6	164	147	12	61	62
1	472	488	7	140	124	16	37	41
2	361	(361)	8	121	106	19	24	31
3	285	276	9	106	91	29	10	16
4	229	219	10	84	80	35	7	11
5	201	178	11	70	70	37	4	10

Hierbei ergab sich x im Mittel aus 10 Bestimmungen, die n Maximum 0,5 abweichen, = 5,08 Lin. und die Distanz von 2 Lin. mit 361 Granen diente als Basis der Vergleichung.

Eine bessere Rechtfertigung des angenommenen Gesetzes auch für diesen Fall gewährt uns Bella's Experiencia III. im zweiten Theile seiner Abhandlung. Er hatte einen eisernen wohl polirten Cylinder von 4½ Lin. Durchmesser und 8 Zoll Länge an der Waage so aufgehangen, dafs eine Axe vertical hing. Aus den Beobachtungen ergab sich x = 10,0 Lin., womit man, von der Anziehung in 3 Lin. Distanz ausgehend, die nachstehenden Werthe erhält:

Lin.	Grane. Beob.	Berechn.	Lin.	Grane. Beob.	Berechn.	Lin.	Grane. Beob.	Berechn.
0	5460	...	12	294	293	48	26	42
3	842	(842)	18	182	182	60	14	29
6	552	554	24	118	123	72	8	21
9	394	392	36	53	67	84	4	16

Auch hier hält die quadratische Abnahme, wie bei der Anziehung eines wirklich magnetischen Körpers, nur bis auf ein paar Zoll Abstand vom Magnete mit der Natur selbst richtigen Schritt, weiterhin nimmt die Anziehung nach einem weit schnellern Verhältnisse ab. In dem früher berührten Falle, wo zwei Magnete einander gegenüber stehn, liefs sich jene schnellere Abnahme einigermafsen dadurch erklären, dafs bei einer gröfsern Distanz das relative Uebergewicht, welches die freundschaftlichen Pole der gröfsern Nähe wegen über die abstofsenden haben, immer mehr abnehme, so dafs die letzteren im quadratischen Mafse wirksamer werden, allein beim Eisen kann diese Gegenwirkung weniger statt finden, wenigstens dürfte

der schwache Magnetismus, den der Cylinder von der Erde e hielt, kaum in Anschlag zu bringen seyn gegen die Kraft d kleinen kugelförmigen Magnetes von 1½ Zoll Durchmesser, d bewaffnet 174 Unzen trug. Auch stimmten die Beobachtun gen in den angegebenen Grenzen nicht minder gut mit de fraglichen Gesetze bei einem halben Zoll Länge des Cylinde überein, als da er 8 Zoll Länge hatte, wo doch offenbar sei terrestrischer Magnetismus verschieden seyn mußte. Daß di ses wirklich der Fall war, ergiebt sich aus folgender Zusam menstellung der Kräfte, mit welchen dieser Cylinder vo *Nordpole*, so wie vom *Südpole* des großen Magnets im Maxi mum, d. h. bei der Berührung, angezogen wurde bei succe siver Verminderung seiner Länge.

Länge d. Cylinders in halben Zollen.	Nordpol d. Magn.	Südpol d. Magn.	Verhältniß der Anziehung nach der Länge des Cylinders.		Uebergewicht d. Südpols über den Nordpol.
	Gran.	Gran.	N.	S.	
16	4860	...	30,4	...	...
14	5270	5444	32,8	26,0	1,04
12	4416	5200	27,6	20,8	1,18
10	3844	4892	24,0	19,5	1,28
8	3116	4272	19,5	17,1	1,34
6	2368	2968	14,8	11,9	1,25
4	1736	2108	10,8	8,4	1,21
3	882	1306	5,5	5,4	1,54
2	368	644	2,3	2,6	1,75
1½	270	400	1,7	1,6	1,48
1	160	250	1,0	1,0	1,56

Die Ueberschrift dieser Columnen drückt ihren Inhalt a Die erste giebt die successiven Längen des eisernen Cylind von 4½ Lin. Durchmesser, dessen Axe vertical über dem M gnete gehalten wurde und der also seinem Pole immer d nämliche Fläche darbot. Nach jedem Doppelversuche (der Detail für die verschiedenen Abstände wir hier übergeh wurde ein halber Zoll vom obern Ende des Cylinders abg schnitten und derselbe ausgeglüht, um ihm jeden zufällig Magnetismus zu benehmen. In der zweiten Reihe befind sich die Maxima der Anziehung in Granen, mit welchen d Nordpol des Magnetes den Cylinder festhielt; in der dritt

ten diese für den Südpol. Die Zahlen der vierten und fünften Columne bezeichnen die verhältnifsmäfsige Abnahme dieser Anziehung als Folge der Massen- oder wohl nur Längenverminderung des Cylinders, die Anziehung bei ½ Zoll Länge = 1 gesetzt. Die sechste Columne endlich stellt die verhältnifsmäfsig gröfsere Kraft dar, mit welcher der Cylinder bei verschiedenen Längen vom Südpole des Magnetes mehr angezogen wurde, als von seinem Nordpole, die Kraft des letztern = 1 gesetzt. Dieses Uebergewicht der Anziehung des Südpols, als Folge der im untern Ende des Cylinders erregten Nordpolarität, dürfte uns eher noch, als die absolute Anziehung, wie sie in der zweiten und dritten Columne ausgedrückt ist, ein Mafs des terrestrischen Magnetismus an die Hand geben. Seine Wirkung tritt desto mehr hervor, je geringer die Anziehung der Eisenmasse selbst war, obgleich mit Verminderung der Länge auch der terrestrische Magnetismus des Cylinders abnehmen mufste; dieses geschah jedoch nach einem andern Verhältnisse, als bei der Anziehung des Magnetes. Der stärkste Unterschied dieser letztern fällt auf die Längen von 12 und 10 halben Zollen, d. h. da, wo die Länge des Cylinders das 12fache seiner Dicke war.

In der Meinung, dafs, wie in der Elektricität, so vielleicht auch beim Magnetismus die zugespitzte Form des angezogenen Körpers einigen Einflufs auf die Anziehung selbst habe, liefs sich es der portugiesische Physiker nicht verdriefsen) zu den 42 Versuchen, die er mit dem eisernen Cylinder angestellt hatte und deren jeder etwa ein Dutzend sorgfältiger Abwägungen enthielt, noch 36 andere mit einem eisernen Cylinder von denselben Dimensionen beizufügen, dessen oberes Ende in einen Konus von 1 Zoll Höhe auslief. Die Anziehung selbst in den verschiedenen Abstufungen der Entfernung zeigte sich nur unmerklich geringer als beim vollen Cylinder (für den Nordpol im Mittel etwa 5, für den Südpol nur 1 Procent), obgleich das Gewicht des letztern um nahe ¼ gröfser war, als das des zugespitzten. Dafs wirklich die Masse hierbei wenig thue, beweist eine Reihe eben so zahlreicher Versuche mit einem Cylinder, der auf die nämliche Weise, wie die beiden vorigen, successiv um 1 Zoll verkürzt wurde und dabei doppelt so grofsen Durchmesser, also eine viermal so grofse Grundfläche hatte. Wirklich betrug sein Gewicht

im Mittel nahe das vierfache (3,7) des erstern. Dennoch war die Kraft der Anziehung auf den grofsen Cylinder für den Nordpol nur um 8, für den Südpol nur um 1 Procent gröfser als bei dem 3½mal dünnern; ein sehr genügender Beweis, dafs die magnetische Anziehung sich *keineswegs nach der Masse des angezogenen Eisens richte.* Jener Abstand des eigentlichen Anziehungspunctes vom Polende des Magnets war beim Südpole immer geringer als beim Nordpole, indem x bei jenem meist 9 und 10 Lin., bei diesem 7 und 8 betrug. Was jedoch unter allen diesen veränderten Umständen, mochte der angezogene Körper ein Magnet oder ein Stück Eisen von noch so ungleicher Länge und Breite seyn, sich gleich blieb, das war *die Abnahme der Anziehung im umgekehrten Verhältniss der Quadrate der Abstände für das Intervall von* 3 *bis* 24 *Linien.* Die 6 Stationen, in welchen die Abwägungen gemacht wurden, von 3, 6, 9, 12, 18, 24 Lin. geben ohne Ausnahme solche Resultate, mit denen die Theorie bis auf $\frac{1}{70}$ zusammenstimmte. Ohne allen Zweifel ist diese Sphäre der regelrechten Anziehung bei schwächern Magneten geringer. Im höchsten Grade merkwürdig, wo nicht unerklärbar, ist jedoch der bestimmte Gegensatz zwischen MUSSCHENBROECK's und BELLA's zahlreichen und evidenten Versuchen mit den früher angeführten von LAMBERT über die Lage des Centrums der magnetischen Anziehung in jedem Pole. Während die Lambert'schen es aufserhalb des Magnets legen, ist es bei diesen unleugbar innerhalb desselben, mit einer geringen Versetzung, je nach dem Mafse der Anziehung; eine Abweichung, die vermuthlich von der Lage eines ähnlichen Condensationspunctes in dem angezogenen Körper selbst herrührt. War dieser der sphärische Magnet von ¼ Zoll Durchmesser, so betrug die Verbesserung der Distanzen 17 bis 18 Linien, bei dem eisernen Cylinder war sie nur 6 bis 10 Linien, am Südpole des Magnets meistens um ein Paar Linien kürzer als am Nordpole.

Beide Beobachter, MUSSCHENBROECK und DALLA BELLA, haben sich auch bemüht zu entdecken, nach welchem Gesetze bei ihren Magneten die *Abstofsungen der feindlichen Pole* statt fänden. Beide klagen über die grofse Schwierigkeit dieser Versuche, indem der an der Waage hängende Magnet immer seitwärts auszuweichen suche. Auch ihre Be-

bachtungen, obgleich mit Magneten von sehr verschiedener Kraft angestellt, stimmen in den wesentlichsten Erscheinungen überein.

1) Das Maximum der Abstoſsung findet nämlich nicht in der Berührung, sondern in einer Entfernung statt, die bei den Versuchen beider Physiker 6 bis 7 Linien betrug. Bei kleinern Abständen nimmt die Abstoſsung ab und ihre Kraft ist bei der Berührung der Körper so ziemlich derjenigen gleich, die sie in einem Abstande von etwa 2½ Zoll äuſsern.

2) Die gröſste Kraft der Abstoſsung ist bei Musschenbroeck nur etwa $\frac{1}{10}$ der stärksten Anziehung, bei Dalla Bella bis ½ derselben, und beträgt bei diesem etwa die Hälfte, bei jenem nahe ein Viertel der Anziehung, welche in eben diesem Abstande eintrifft.

3) Was bei den Versuchen des portugiesischen Physikers noch besonders auffällt, ist, daſs bei den Abständen von 3 bis 6 Zollen die Abstoſsungen den Anziehungen beinahe vollkommen gleich sind. In den Versuchen des Leidner Physikers ist dieses wegen der Schwäche der magnetischen Kräfte in diesen Abständen weniger sichtbar. Wir bemerken dieses in nachstehender Tafel, welcher wir noch die eigenen Beobachtungen von Dalla Bella folgen lassen.

Abstand.	Abstoſsung.	Anziehung.	Abstand.	Abstoſsung.	Anziehung.
Zolle.	Gr.	Gr.	Zolle.	Gr.	Gr.
3	79	87	6	21	21
4	49	51	7	13	14
5	31	32	8	9½	10

Beobachtete Abstoſsungen gleichnamiger Pole.

Abst.	Grane.	Abst.	Gr.	Abst.	Gr.
Zoll. L.		Zoll.		Zoll.	
0 0	102	2	128	8	9½
0 3	228	3	79	9	6½
0 6	244	4	49	10	5
0 9	230	5	31	11	4
1 0	216	6	21	12	3
1 6	176	7	13		

Offenbar wirkt bei zunehmender Annäherung der Magnete die Anziehung der freundschaftlichen Pole der Abstoſsung entgegen und überwindet sie sogar, wenn der Abstand unter

chen mithin einem Grade Ablenkung, und vielleicht ist d
nicht einmal einem Beobachtungsfehler beizumessen, son
wohl auch den Einflüssen, welche die übrigen magneti-
Theile der beiden Nadeln unter mehr oder weniger güns
Winkeln auf einander ausüben konnten. Auch für die Anzie
der ungleichnamigen Pole fand sich das nämliche Gesetz
umgekehrten Verhältnisses der Quadrate der Distanzen best

Eben diese Resultate hatte sich Coulomb früher sc
durch die unten zu betrachtende Methode der horizon
Schwingungen einer Nadel verschafft. Durch unzweide
Versuche hatte er gefunden, daſs in einem wohl gehär
und magnetisirten Stahldrahte von 25 Zoll Länge und 1½ l
Dicke das magnetische Fluidum sich in den äuſsersten 2
3 Zollen vom Ende condensirt befand und die übrigen in
Stellen wenig oder gar keine Wirkung auf die Magnet
äuſserten, daſs in eben diesen Drähten der magnetische Sch
punct oder das Centrum der Anziehung und Abstoſsung
9 bis 10 Lin. vom Ende lag, mithin in einer Nadel von 1
Länge nur 1 bis 2 Lin. vom Ende entfernt seyn konnte. I
solche kleine Stahlnadel, von 70 Gran Gewicht, lieſs C
lomb an einem einfachen Seidenfaden von 3 Zoll Länge
gehängt, in verschiedenen Distanzen von dem vertical ste
den Stahldrahte, dessen unteres Ende um 10 Lin. unter
Ebene der kleinen Nadel sich befand, schwingen und er
folgende Resultate:

	Schwingungen der Nadel in 60 Sec.	
1)	15	Durch den Magnetismus der Erde.
2)	41	Der Stahldraht 4 Zoll vom Centrum d. Na
3)	24	- - 8 - - - -
4)	17	- - 16 - - - -

Bei der Kleinheit der Nadel wurden beide Pole derse
vom untern (südlichen) Pole des Stahldrahtes nahe in g
chem Maſse afficirt. Der Südpol des letztern stand vom N
ende der Nadel um 3¼ Zoll, von ihrem Südende um 4½ Z
ab, so daſs man für seine gemeinschaftliche Entfernung v
ihren Polen 4 Zolle annehmen kann. Verhalten sich nun d
magnetischen Wirkungen umgekehrt wie die Quadrate der D
stanzen, so sind sie wie $\frac{1}{4^2}, \frac{1}{8^2}, \frac{1}{(16)^2}$, oder wie 1, ¼, $\frac{1}{16}$, un

h die horizontalen Kräfte, welche die Schwingungen der Nadel bedingen, den Quadraten derselben für eine gegebene Zeit proportional sind, so ist z. B. die Einwirkung des Erdmagnetismus auf die Nadel durch die Zahl $15^2 = 225$ auszudrücken. Beim zweiten Versuche ist die vereinte magnetische Kraft der Erde und des Stahldrahtes $= 41^2 = 1681$, mithin die letztere allein $= 41^2 - 15^2 = 1456$. Wir erhalten auf diese Weise

für 4 Zoll Distanz		$41^2 - 15^2 = 1456$,
- 8 -	-	$24^2 - 15^2 = 351$,
- 16 -	-	$17^2 - 15^2 = 64$.

Die beiden ersten Abstände, 4 und 8, geben in den Zahlen 1456 und 351 nahe das richtige Verhältniſs, beim dritten ist der Werth 64 bedeutend zu klein. Allein hier ist bei 16 Zoll horizontalem Abstande des Stahldrahtes die Entfernung seines obern Pols von gröſserem relativen Einflusse als früher, sie ist nämlich $= \sqrt{(16^2 + 23^2)}$, mithin wenn die Wirkung des untern Pols durch $(\frac{1}{16})^2$ dargestellt wird, so ist die des obern $= \frac{16}{(16^2 + 23^2)^{\frac{3}{2}}}$, d. h. die erstere verhält sich zur letztern nahe wie 100 : 19. Da nun die Schwingungen der Nadel durch die vereinte Wirkung beider Pole bestimmt werden, der obere aber dem untern entgegen wirkt, so ist, wenn x die vereinzelte Kraft des letztern bezeichnet, $x - \frac{19}{100}x = 64$ und daraus $x = 79$, was allerdings besser in das gesuchte Verhältniſs paſst.

Bei diesen, wie bei den vorigen Versuchen, wird also aus einigen wenigen Distanzen das geglaubte Gesetz in völliger Allgemeinheit angenommen, ein Schluſs, der mit den obigen directen Abwägungen nicht übereinstimmend ist und es wünschenswerth macht, die letztere directe Untersuchungsart mit groſsen künstlichen Magneten aus hinreichend langen Stahlstangen zur Elimination der Gegenwirkung der Pole wiederholt zu sehn.

In den Denkschriften der Akademie von Turin für 1811[1] giebt G. Bidone eine neue sehr sinnreiche Construction einer

---

1 Im Auszuge mitgetheilt von Prof. Meineke in G. LXIV. 54.

Boussole an, die er dann ihrer vorzüglichen Beweglich wegen auch zu Versuchen über das Gesetz des Abstar
Fig. benutzte. FL ist eine messingene Nadel, auf dem Hütch-
126. leicht beweglich. Auf derselben befinden sich in genau stimmten Abständen (eigentlich an einer beweglichen I. befestigt) die Spitzen m, m', m'', m''', bestimmt, einer kleinen gnetnadel NS als Gnomon zu dienen. Das verschiebliche wicht P am andern Schenkel der Nadel oder, wie BIDONE nennt, des Pfeils LF dient als Gegengewicht für die verän lichen Standpuncte der Magnetnadel NS. Versieht man be Pfeil und Nadel, mit einem Gradbogen, so hat man ein s empfindliches Instrument zur Messung kleiner Anziehun bei welchem, wenn man den Winkel LCn des Pfeils mi den der Nadel LmS mit β bezeichnet, die Abweichung D v magnetischen Meridiane durch $\frac{\pi}{2} - \alpha - \beta$ ausgedrückt w Von diesem Werkzeuge machte BIDONE folgenden Gebra Er befestigte am Ende F des Pfeils einen Draht, dessen wärts gekrümmtes Ende einen vertical hängenden Draht gerade berührte, wenn das Ende L auf Null seines Gradbo zeigte. Das Ganze wurde so gestellt, dafs die Nadel NS magnetischen Meridiane liegend, mit dem Pfeil FL einen r ten Winkel bildete. Sodann wurde, gleichfalls in der E des Meridians, der Nordpol N' eines Magnetstabes dem S pole S der Nadel so lange näher gerückt, bis der Pfeil durch das Bestreben der Nadel, sich dem Magnete zu nähe um 4 Grade seitwärts abgelenkt war, wobei das Pendel um den Bogen fg aus der verticalen Lage verdrängt wur und hierauf die Distanz N'S aufs Sorgfältigste gemessen. D Operation wurde nachher für die verschiedenen Standpun m, m', m'' u. s. w. der Nadel sorgfältig wiederholt und so w den aus den verschiedenen Hebellängen Cm und den A ständen N'S die nöthigen Data zur Ausmittelung des fra chen Gesetzes gewonnen. Wenn nämlich der Pfeil auf stand, so hing sein Gleichgewicht in dieser Lage einers von dem Seitendruck des aus der Verticale getriebenen Pend op, andererseits von der Kraft des magnetischen Zuges nach d Richtung NS ab. Da nun für alle Versuche der Widersta des Pendels der nämliche war, so mufsten auch die ihm en gegenstehenden magnetischen Kräfte sich unter einander glei

sayt. Nennt man also R das beständige Moment des Widerstandes in Beziehung auf den Mittelpunct C der Bewegung, f′, f″, f‴ u. s. w. die gegenseitige Anziehung der Pole S und N′ der Magnetnadel und des Stabes, l′, l″, l‴ u. s. w. die Hebelarme cm, cm′, cm″ u. s. f., so erhält man als Gleichgewicht in den Reihen der Versuche:

$$f'\ l' = R$$
$$f''\ l'' = R$$
$$f'''\ l''' = R \text{ u. s. w., und folglich}$$
$$f' : f'' = l'' : l'$$
$$f' : f''' = l''' : l'$$
$$f'' : f''' = l''' : l'' \text{ u. s. w.}$$

In diesen Proportionen sind die Gröſsen l′, l″, l‴ durch unmittelbare Messung gegeben und dienen dazu, die Verhältnisse der Kräfte f′, f″, f‴ u. s. w. zu bestimmen. Diese Kräfte hängen von den magnetischen Gröſsen des Stabes und der Nadel und von den Entfernungen ihrer anziehenden Pole N′ und S ab. Da aber die ersteren für jede Reihe von Versuchen, die innerhalb zwei Stunden und unter gleichen äuſsern Umständen angestellt wurden, die nämlichen bleiben, so kommen bei der Vergleichung der Kräfte f′, f″, f‴ nur die letztern in Betracht. Bezeichnet man diese Entfernungen durch x′, x″, x‴ und durch φ (x) irgend eine Function von x, so hat man:

$$f' : f'' = \frac{1}{\varphi(x')} : \frac{1}{\varphi(x'')}$$

$$f' : f''' = \frac{1}{\varphi(x')} : \frac{1}{\varphi(x''')}$$

$$f'' : f''' = \frac{1}{\varphi(x'')} : \frac{1}{\varphi(x''')} \text{ u. s. w.}$$

Nimmt man für die Function von x die Form x^n an, so hat man zur Ableitung von n folgende Gleichungen:

$$n = \frac{\log l' - \log l''}{\log x' - \log x''}$$

$$n = \frac{\log l' - \log l'''}{\log x' - \log x'''}$$

$$n = \frac{\log l'' - \log l'''}{\log x'' - \log x'''} \text{ u. s. w.}$$

Hierbei wird vorausgesetzt, dafs nur die beiden näc
magnetischen Pole N' und S des Magnets und der Nad
einander einwirken, was zumal bei den ersten Versuchsr
aus folgenden Gründen annehmbar ist:

1) war die magnetische Kraft der bei denselben
brauchten Stäbe sehr gering und bewirkte keine Störun
Nadel, wenn die Pole N' und S um einen Decimeter
einander abstanden;

2) war, weil Nadel und Magnetstab in einer Ver
ebene lagen, die schiefe Richtung einer solchen Störung
günstig;

3) war die Entfernung in den meisten Versuchen so g
dafs die Pole N und N' aufser ihren Wirkungssphären
befanden, und auf jeden Fall war die Nähe der befreun
Pole in dem Mafse gröfser, dafs die Wirkung der en
nern gegen denselben unbedeutend erscheinen mufste.

Die Länge der Magnetnadel NS betrug 103 Milli
(3 Z. 10 L.). Jeder ihre Pole stand um 6¼ Millim. (2,9 l
vom Ende einwärts; sie wog 5,94 Gramme. Die gröfste
fernung Cm, die der Nadel vom Centrum C des Pfeils g
ben werden konnte, war 108½ Millim. (4 Z.), das ganze
wicht von Nadel und Pfeil betrug 6,597 Gramme. Die
gewandten magnetischen Stäbe waren folgende: 1) Ein
ner cylindrischer Stab von 150 Millim. (5½ Z.) Länge u
Millim. (1 Lin.) Durchmesser. 2) Ein ähnlicher von 33
lim. (12½ Z.) Länge und 2½ Millim. (1,1 Lin.) Stärke. 3
grofser Stab aus 12 Platten zusammengesetzt, 614 M
(22¾ Z.) lang, am Nordende N' 20 Millim. (9 Lin.) brei
9 Millim. (4 Lin.) hoch, am andern 60 Millim. (27 l
breit und 12 Millim. (5¼ Lin.) hoch. Der Pol N' lag 16
lim. (7 Lin.) vom Ende des Stabes. Die beiden kle
Stäbe wurden in senkrechter, der gröfsere in horizontaler S
lung der Nadel genähert.

Die nachfolgende Tafel enthält 55 Versuche, welche
ter sich combinirt 113 Werthe für n gaben:

A. Versuche mit dem kleinen senkrechten Stabe von 150 Millimeter.

Nr.	Hebelarm l	Kräfte f	Mittelzahlen für den Exponenten n	Entfernung x Beobacht.	Entfernung x Berechn.
				m. m	
1	1,00	1		30,0	30,0
2	0,50	2	2,016 aus 13 Combinationen	21,0	21,21
3	0,33	3		17,5	17,32
4	0,25	4		15,0	15,00
5	0,20	5		13,5	13,42
6	0,17	6		12,5	12,25
I	0,83	1,2		27,0	27,0
II	0,67	1,5	1,993 aus 10 Combinationen	24	24,15
III	0,50	2		21	20,91
IV	0,33	3		17	17,08
VI	0,17	6		12	12,07

B. Versuche mit dem kleinen senkrechten Stabe von 330 Millimeter.

I	1,00	1		28,75	28,75
II	0,83	1,2	2,007 aus 19 Combinationen	26,25	26,25
III	0,67	1,5		23,50	23,47
IV	0,50	2		20,50	20,33
V	0,20	3		16,50	16,60
VI	0,25	4		14,50	14,37
VII	0,17	6		11,75	11,74
I	1	1		45,25	45,25
II	0,67	1,5	1,977 aus 8 Combinationen	36,60	36,95
III	0,50	2		32,50	32
IV	0,33	3		26,33	26,13
V	0,25	4		22,25	22,63
I	1	1		46	46
II	0,50	2	2,018 aus 4 Combinationen	32	32,53
III	0,33	3		27	26,56
IV	0,25	4		23	23
I	1	1		47	47
II	0,50	2	2,012 aus 10 Combinationen	33	33,23
III	0,33	3		27	27,14
IV	0,25	4		23,5	23,50
V	0,20	5		21	21,02

C. Versuch mit dem grofsen horizontalen Stabe.

Nr.	Hebelarm l	Kräfte f	Mittelzahlen für den Exponenten n	Entfernung	
				Beobacht.	[illegible]
I	1	1	1,982 aus 10 Combinationen	146	[illegible]
II	0,50	2		103,5	[illegible]
III	0,33	3		84	[illegible]
IV	0,25	4		72,5	[illegible]
V	0,20	5		65	[illegible]
I	0,50	2	2,000 aus 5 Combinationen	125	[illegible]
II	0,33	3		103	[illegible]
III	0,25	4		88	[illegible]
IV	0,17	6		74	[illegible]
I	0,67	1,5	1,989 aus 6 Combinationen	190	[illegible]
II	0,50	2		164	[illegible]
III	0,33	3		134	[illegible]
IV	0,25	4		116	[illegible]
I	1	1	2,066 aus 9 Combinationen	250	[illegible]
II	0,67	1,5		206	[illegible]
III	0,33	3		149	[illegible]
IV	0,25	4		127	[illegible]
V	0,20	5		117	[illegible]
I	1	1	2,033 aus 9 Combinationen	280	[illegible]
II	0,67	1,5		231	[illegible]
III	0,50	2		200	[illegible]
IV	0,25	4		140	[illegible]
V	0,17	6		118	[illegible]

Die erste Columne der vorstehenden Tafel enthält Nummer des Versuchs, die zweite giebt die Länge des belarms Cm = 1 in Sechstheilen der gröfsten Hebellänge (108½ Millim.) an. In der dritten Spalte finden sich die K angegeben; sie stehn, da das Moment des Widerstands eine Versuchsreihe beständig einerlei ist, im umgekehrten V hältnisse der Hebellängen. Die vierte legt das Mittel der den Versuchen abgeleiteten Werthe des Exponenten n Die fünfte giebt die durch directe Messung gefundenen E fernungen vom Südende S der Nadel zum Nordende N Magnetstabes; sie ist gemeiniglich ein Mittel aus mehrmali Wiederholungen eines und desselben Versuchs. In der sechs

scheinen eben diese Entfernungen berechnet unter der Voraussetzung von $n = 2{,}00$.

Die grofse Uebereinstimmung der beiden letzten Zahlenreihen leistet wohl unumstöfslich den Beweis, *dafs das Gesetz des Quadrats der Entfernungen für die magnetische Anziehung* in einem gröfsern Intervalle statt finde, als aus den Versuchen des Lissaboner Professors sich ergab, da es, wie die Versuche mit dem gröfsern Stabe zeigen, von 280 Millim. (10 Z. 4 L.) bis 65 Millim. (2 Z. 4½ L.) Stich hält.

Merkwürdig ist hierbei der Umstand, dafs die Versuche mit dem horizontal in der Richtung der Nadel liegenden gröfsern Magnete selbst den Beweis zu leisten scheinen, *dafs die entfernten Pole wenig oder nichts auf einander einwirken.* Denn, als man anfangs in der Berechnung auf eine solche Einwirkung Rücksicht nahm, ergaben sich sehr veränderliche und abweichende Resultate, hingegen wurden sie viel regelmäfsiger und gleichförmiger, als man nur die Wirkung der beiden nächsten Pole ins Auge fafste.

In der neuesten Zeit hat HANSTEEN in seinem für die Lehre vom Magnetismus so fruchtbaren Werke[1] auch diese Frage einer sorgfältigen theoretisch-praktischen Untersuchung unterworfen. Er schickt zuerst den Satz voraus, *dafs die Kräfte, mit welchen zwei magnetische Puncte einander anziehen oder abstofsen, in einem Verhältnisse stehn, welches aus dem Producte der absoluten magnetischen Kraft dieser Puncte und aus einer gewissen Potenz ihres Abstandes zusammengesetzt ist,* und entwickelt die einfachen Ausdrücke dieser Sätze. Sodann untersucht er die Kraft, mit welcher ein magnetischer Punct D, der in der verlängerten Axe eines Linearmagnets sich befindet, von diesem letztern sollicitirt wird, Fig. 127.
und zeigt, dafs diese der Differenz der anziehenden und abstofsenden Kräfte gleich sey, welche von den beiden Hälften AC und BC der Nadel in verschiedenen Puncten ausgehn, wobei es also auf die Vertheilung der beiden Magnetismen in der Nadel und auf den Abstand des Punctes D ankommt. In Beziehung auf die erstere ist, da das Centrum C der Nadel indifferent ist, die magnetische Kraft m des Punctes $E = 1$

[1] Untersuchungen über den Magnetismus der Erde v. CHRISTOPHER HANSTEEN. Christiania 1819. 4.

gesetzt, die Kraft in A irgend einer Potenz seines Abst
von C proportional, also, wenn wir diesen Abstand mit x,
unbekannte Potenz mit r bezeichnen, wie x^r; ebens
wenn n die magnetische Kraft des Punctes F in der a
Hälfte der Nadel ausdrückt, die Kraft in B ebenfalls x^r.
wenn wir die Entfernung des Punctes D vom Centrum
Nadel = a setzen, so ist sein Abstand von A = a — x
derjenige von B = a + x. Da nun die Anziehungen
Abstoſsungen im umgekehrten Verhältnisse irgend einer P
der Distanzen stehn, deren Exponent = t seyn mag, s
in Beziehung auf diese die Kräfte wie $\frac{1}{(a-x)^t} : \frac{1}{(a+}$
Man kann sich in Rücksicht auf D die Gesammtkraft
Puncte in der einen Halbaxe der Nadel als eine Gröſse
ken, deren Differential = $\frac{m n x^r dx}{(a-x)^t}$ und für die andere
= $\frac{m n x^r dx}{(a+x)^t}$ ist, und da beide Kräfte einander entgeg
ken, so ist die Gesammtwirkung

$$K = mn \int \frac{x^r\,dx}{(a-x)^t} - mn \int \frac{x^r\,dx}{(a+x)^t},$$

oder, wenn man die Function des Abstandes a und de
gnetaxe x mit F bezeichnet, = mn F. Legt man in de
hen, welche sich aus der Integration ergeben, für r und
so für t successiv die Werthe 1, 2, 3 unter, so erh
neun verschiedene Ausdrücke für K, welche sich fü
gegebene halbe Länge der Nadel = x und für versch
Abstände a in eine Tafel bringen lassen, deren Wert
der Erfahrung zu vergleichen sind. Eine solche giebt
Steen, in welcher x = 1 gesetzt und a im Vielfache
x, von 4 bis 11 x, angenommen ist. Für eine und d
Nadel bleibt mn sich gleich und kann also = 1 g
werden.

Um nun zu erfahren, welche Annahme für die C
r und t mit dem wirklichen Thatverhalt am besten üb
kommen, stellte Hansteen folgende Versuche an.

Fig. 128. Auf das Ende eines 4 Fuſs langen hölzernen Li
wurde eine sehr gut gearbeitete Boussole mit versilb
Limbus, deren Nadel 24,8 rheinl. Decimallinien Länge

d die bei jeder Aenderung genau auf den vorigen Punct ichkam, dergestalt aufgesetzt, dafs die Richtung ihres Nord- l Südpunctes mit der Länge des Lineals einen rechten Win- l bildete. Ein Magnetstab B von 5½ Zoll Länge, 5½ Lin. ite und 1,2 Lin. Dicke bewegte sich, auf die hohe Kante stellt, in einer Furche, die durch die Mitte des Lineals sei- r Länge nach gestofsen war, und wurde erst dem Nordpole, n dem Südpole der Nadel zugekehrt, in verschiedenen be- mmten Distanzen, deren Einheit die magnetische Halbaxe r, festgehalten und die hierdurch bewirkten Ablenkungen : Nadel nach Graden und Theilen derselben abgelesen. Das ni befand sich hierbei in einer Richtung, die auf den ma- etischen Meridian senkrecht war, und eben dieselben Sta- ionen wurden auch noch mit einem andern Magnete A von n ähnlichen Dimensionen, doch einer etwas geringern ma- etischen Kraft, durchgemacht. Es ergaben sich folgende lenkungen:

		11	10	9	7	5	4
Magnet B	Nordpol	1°,0	1°,4	2°,0	4°,25	11°,75	23°,17
	Südpol	1, 1	1, 4	2, 0	4, 25	12, 00	23, 50
	Mittel	1°6′	1° 24′	2° 0′	4°15′	11° 52′	23° 20′
Magnet A	Nordpol	1°, 0	1,25	1,67	3,50	9,67	10,90
	Südpol	0, 87	1,12	1,47	3,45	9,75	19,25
	Mittel	0°53′	1°11′	1°38′	3°33′	9°42′	19° 4′

Um die Resultate dieser Beobachtungen mit den oben rechneten Werthen von K in Vergleichung zu bringen, mufs an die Einwirkung der Kräfte, welche die jedesmalige Stel- g der Nadel bestimmen, näher ins Auge fassen. Wenn mlich MN den magnetischen Meridian vorstellt, so wirkt magnetische Kraft der Erde auf alle Puncte der Nadel rallel mit demselben. Allein da diese Wirkung unter einem iefen Winkel geschieht, so folgt, dafs nur der auf die Na- l senkrechte Theil der Kraft die Bewegung der Nadel in Richtung MN hervorbringt. Bezeichnet man die magne- e Kraft der Erde mit M, diejenige der Nadel mit n, den ichungswinkel Mcb mit ω und die halbe Länge der Na- l mit l, so wird die letztere gegen MN mit einer Kraft ge- ben, deren Moment $=$ Mnl. Sin. ω ist. Die Nadel wird

ferner von dem Magnetstabe AB, der in einer auf den
gnetischen Meridian senkrechten Richtung ihr zugekeh
mit einer Kraft sollicitirt, welche (wenigstens für g
Entfernungen) dem Sinus des Winkels Bcb proportion
und die also, wenn $K = mnF$ die beschleunigende Kra
Magnets ausdrückt, $= Kl. \text{Sin. } bcB = mnl.F. \text{Cos. } Mc$
setzen ist. Das Gleichgewicht der auf die Nadel einwi
den Kräfte der Erde und des Magnets erfordert aber,
$Mnl. \text{ Sin. } \omega = mnl. F. \text{ Cos. } McB$ sey. Es ist

$M. \text{Tang. } \omega = m.F$ oder $\text{Tang. } \omega = \frac{m}{M}.F$. Da nun M

die magnetische Kraft der Erde und m, welches die e
thümliche Kraft des Magnets bezeichnet, beständige G
sind, so ist offenbar, dafs die Tangenten der beoba
Ablenkungswinkel den Werthen der Function F propor
seyn müssen. Legt man daher für die aus der Theo
geleiteten, so wie für die beobachteten Gröfsen den A
$a = 11$ zum Grunde, so müssen die Ergebnisse in den
gen Abständen in beiden Tafeln zu dieser das nämliche
hältnifs haben. Am sichtbarsten wird die Vergle
wenn man die Logarithmen der Function F für die D
$a = 10, 9, 7$ u. s. w. vom Logarithmus der Functi
$a = 11$ und ebenso die Logarithmen der Tangenten v
für eben diese Abstände vom Log. Tang. ω für $a = 1$
zieht. Sie ergeben sich in folgenden Tafeln:

Abst.	Winkel ω		Log. Tang. ω		Diff.	Log. Ta	
a	Magnet A.	Magnet B.	Magnet A.	Magnet B.	Magnet A.	Magn. B.	A
11	0° 53′	1° 6′	8,18804	8,28332			
10	1 11	1 24	8,31505	8,38809	0,12701	0,1047	[illegible]
9	1 38	2 0	8,45507	8,54308	0,26703	0,2597	[illegible]
7	3 33	4 15	8,79266	8,87106	0,60462	0,5877	
5	9 44	11 52	9,23283	9,32248	1,04479	1,0391	[illegible]
4	19 4	23 20	9,53861	9,63484	1,35057	1,3515	1

Abstand	Log. F für t=2.			Diff. Log. F(t=2.)		
a	r=1.	r=2.	r=3.	r=1.	r=2.	r=3.
11	7,00509	6,88062	6,78405			
10	7,13017	7,00582	6,90617	0,12508	0,12520	0,12212
9	7,26867	7,14445	7,04805	0,26358	0,26583	0,26400
7	7,60038	7,47663	7,38057	0,59529	0,59601	0,59652
5	8,04930	7,92669	7,83146	1,04421	1,04607	1,04741
4	8,35233	8,23108	8,13682	1,34724	1,35046	1,35277

Abstand	Diff. Log. F. für t=1.			Diff. Log. F (für t=3.)		
a	r=1.	r=2.	r=3.	r=1.	r=2.	r=3.
11						
10	0,08327	0,09387	0,08332	0,16712	0,16727	0,16740
9	0,17538	0,18607	0,17558	0,35221	0,35257	0,35284
7	0,39578	0,40672	0,39641	0,79591	0,79705	0,79559
5	0,69328	0,70480	0,69490	1,39796	1,40103	1,40332

Die erste Columne dieser drei Tafeln enthält die Abstände vom Centrum der Nadel zum Centrum des Magnets. In der zweiten und dritten Columne der ersten Tafel befinden sich die oben angeführten Ablenkungen der Nadel nach Graden und Minuten für die beiden angewandten Magnete A und B. Die vierte und fünfte Verticalreihe giebt die logarithmischen Tangenten dieser Winkel. In der sechsten und siebenten erblickt man die Differenzen zwischen der ersten und zweiten, der ersten und dritten, der ersten und vierten Tangente u. s. f. Die achte Columne stellt das arithmetische Mittel aus beiden dar. Diese Zahlen sind also die Logarithmen der Quotienten aller Tangenten, wenn diese durch die Tangente des Ablenkungswinkels für den Abstand a dividirt werden, und die ihnen zugehörigen Zahlen zeigen das Verhältniß der magnetischen Anziehung in jedem Abstande zu demjenigen im Abstande von 11 halben Nadellängen. In der zweiten Tafel findet man die Logarithmen der allgemeinen Functionen, welche sich für die magnetische Anziehung zweier Körper bei verschiedenen Abständen aus der Theorie ergeben, wenn der Exponent des Abstandes = 2 gesetzt wird, also die magnetischen Kräfte nach den Quadraten der Distanzen abnehmend gedacht werden. Hierbei ist das Gesetz der Vertheilung der Kraft im Magnete selbst in der ersten, zweiten und dritten Potenz angenommen. Die logarithmischen Differenzen dieser Functionen, wenn sie successiv durch diejenige

des Abstandes 11 dividirt werden und die in den drei l- ten Columnen der zweiten Tafel enthalten sind, stimmen gut mit den Zahlen der letzten Columne der ersten Tafel ü- ein, dafs kein Zweifel obwaltet, dafs wenigstens für d- Abstände von 4 bis 11 die Annahme von t = 2, oder Quadrat der Abstände, in der Natur selbst begründet sey. der dritten Tafel sind eben diese logarithmischen Untersch. für die noch übrigen Functionen, wenn t = 1 oder = 3 setzt wird, angeführt, deren flüchtige Vergleichung mit logarithmischen Differenzen der Tangenten in der letzten (lumne der ersten Tafel sogleich erkennen läfst, dafs die r gnetische Anziehung weder das einfache noch das kub- Verhältnifs der Abstände befolge. Weniger entschieden der Einfluſs der verschiedenen Voraussetzungen von r für Gesetz der Ausbreitung des Magnetismus im Magnete s vom Centrum des Stabes bis zu seinem Ende hervor wohl müfste dieses durch Ablenkungen in kleinern Abst- oder auf einem andern directen Wege besser ausgemittelt w- den können.

In einer spätern Untersuchung über die Wirkung e Linearmagnetes auf einen Punct, der in der Verläng- seiner Axe liegt[1], kommt HANSTEEN auf den Ausdruck

$$K = \frac{2mn}{r+2} \cdot \frac{x^{r+2}}{a^3},$$

zufolge dessen sich die magnetische Wirkung K umgek- wie die dritten Potenzen der Abstände a verhält und (w- derbar genug!) die nämlichen Beobachtungen, welche v- das umgekehrte Verhältnifs der Quadrate begründeten, d- auch diesen Satz zu bestätigen, wie dieses aus folgender fel ersichtlich ist:

1 S. 144 des angeführten Werkes.

Abstand a.	Ablenk. ω.	a^3.	$\frac{1}{a^3}$.	Tang. ω	Berechnung	Diff.
11	1° 6′	1331	...751	0,0192	(192)	
10	1 24	1000	1000	244	256	— 12
9	2 0	729	1372	349	351	— 2
8,6	2 15	636	1572	393	403	— 9
8,2	2 39	551	1814	463	463	0
7,8	3 6	474	2107	542	537	+ 5
7,4	3 37	405	2468	632	632	0
7,0	4 15	343	2915	743	743	0
6,6	5 6	287	3478	892	888	+ 4
6,2	6 11	238	4196	1083	1072	+ 11
5,8	7 38	195	5125	1340	1308	+ 32
5,4	9 20	157	6349	1643	1622	+ 21
5,0	11 52	125	8000	2101	2043	+ 58

Hier enthält die erste Columne die vorhin theilweise angeführten Abstände a vom Centrum des Magnetstabes zum Centrum der Nadel in halben Nadellängen, in der zweiten befinden sich die zugehörigen Ablenkungswinkel ω für den Magnet B, in der dritten sind die Kubi der Abstände und in der vierten die Reciprocalzahlen dieser letzteren gegeben; die fünfte liefert die Tangenten von ω auf 4 Decimalstellen und in der sechsten erscheinen Zahlen, welche aus der Proportion $751 : 192 = \frac{1}{a^3}$: Tang. ω gebildet worden. Ihre Abweichungen in der letzten Columne zeigen, dafs auch dieses Gesetz der Abnahme, bei welchem keine Verbesserung der scheinbaren Abstände versucht worden ist, mit den Beobachtungen bis auf eine gewisse Distanz, die auf das Fünf- bis Sechsfache der halben Nadellänge anzusetzen ist, übereinstimme. Innerhalb dieser Sphäre kommt die Länge der Nadel in Betracht, indem die Anziehungen unter allzuschiefen Winkeln geschehen, um in ihrer vollen Kraft wirken zu können.

Bei den Untersuchungen über die gegenseitige Anziehung zweier Magnete, deren Axen in einer und derselben geraden Linie liegen, geräth Hansteen auf den Schlufs, dafs bei grofsen Entfernungen die Anziehung sogar das umgekehrte Verhältnifs der vierten Potenzen der Abstände befolge. Dieses mag für Linearmagnete (Magnetstäbe) unter gewissen Umständen der Fall seyn, leidet aber keine Anwendung auf die oben

erwähnten zahlreichen und evidenten Versuche des Port[...] sischen Physikers. Wohl mögen die verschiedenen Gest[...] gen, in welchen dieser verwickelte Gegenstand auch der t[...] retischen Untersuchung sich darbietet, den so abweiche[...] Schlüssen, welche die frühern Physiker aus ihren Beob[...] tungen zogen, zu einer gewissen Rechtfertigung gerei[...] aber sie erregen zugleich noch lebhafter den Wunsch, d[...] neue, möglichst einfache und abgeänderte Versuche, in [...] chen jedes Element einzeln kräftig hervortritt, die Frag[...] magnetischen Anziehung erörtert zu sehn. Nur eine ver[...] kommnete Experimental-Untersuchung vermag in einem [...] räthselhaften Gebiete der Theorie die richtigen Wege anzu[...] ten und ihr die Schlupfwinkel aufzudecken, hinter welchen [...] Natur ihre anziehendsten Geheimnisse verborgen hat.

Neuerdings fand sich auch Scoresby bei Gelegenh[...] von ihm vorgeschlagenen Methode, durch die Ablenku[...] ner Compafsnadel vermittelst eines Magnetstabes die I[...] von Mauern, Felsmassen, Erdschichten u. s. w. zu be[...] men[1], veranlafst, das Gesetz der Abnahme der magneti[...] Wirkung einer neuen Prüfung zu unterwerfen. Von der [...] nahme ausgehend, dafs die directive Kraft eines Magnets [...] den Quadraten der Entfernung abnehme, entwickelt er [...] die Gesammtwirkung der beiden Pole eines Stabes von [...] stimmter Länge und vergleicht sie nachher mit den T[...] ten der auf verschiedene Entfernungen beobachteten A[...] kungswinkel. Nennt man nämlich a die Länge des M[...] stabes, welche als Einheit der Distanzen angenommen w[...] x den Abstand des einen oder andern Pols vom Centrum [...] Boussole und F die Wirkung dieses Pols, so wird si[...] den nähern Pol (im Abstande x) $= \frac{F a^2}{x^2}$ und die entgegenge[...] de Wirkung des entferntern Pols (im Abstande x) $+1 = \frac{F a^2}{(x+ ...}$ Die resultirende Wirkung oder der Unterschied dieser K[...] $= R$ ist also $= F a^2. \left(\frac{1}{x^2} - \frac{1}{(x+1)^2}\right) = F a^2. \frac{(x+1)^2 - ...}{x^2 (x+1)^2}$ [...] $F a^2. \frac{2x+1}{x^2 (x+1)^2}$.

1 S. seine Mittheilung an d. Kön. Soc. in London im Juni 1[...] Jameson's new Edinb. phil. J. Nr. 24 u. 25.

Setzt man zuerst $x = a$, so wird

$$R = F a^2 . \frac{2a+1}{a^2(a+1)^2} = F . \frac{2.a+1}{(a+1)^2}, \text{ daraus } F = \frac{(a+1)^2}{2a+1},$$

und hinwiederum

$$F . a^2 . \frac{2x+1}{x^2(x+1)^2} = R . \frac{a^2.(a+1)^2}{2a+1} . \frac{2x+1}{x^2(x+1)^2} .$$

Scoresby hat für die Abstände von 1 bis 50 Stabeslängen die Werthe von R nach der vorstehenden Formel

$$R = F . a^2 . \frac{2x+1}{x^2(x+1)^2}$$

in gewöhnlichen Brüchen berechnet. Diese sind beim Abstande $a = 1$ für den nähern Pol $= 1$, für den entferntern $= \frac{1}{2^2}$, die vereinigte Wirkung beider ist also $= \frac{1}{1} - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$; beim Abstande 2 ist die Wirkung des nähern Pols $= \frac{1}{2^2}$, die des entferntern $= \frac{1}{3^2}$, die Totalwirkung $= \frac{1}{4} - \frac{1}{9} = \frac{5}{36}$ u. s. f. Nimmt man die erste Distanz als Einheit an und dividirt sonach die folgenden Resultate durch $\frac{3}{4}$, so erhält man folgende Werthe von R, die nebst ihren Reciprocalzahlen in Scoresby's Tafel in der fünften und sechsten Columne vorkommen.

Dist.	R.	$\frac{1}{R.}$	Dist.	R.	$\frac{1}{R.}$	Dist.	R.	$\frac{1}{R.}$	Dist.	R.	$\frac{1}{R}$
1	$\frac{1}{1}$	1,0	4	$\frac{9}{300}$	33,3	7	$\frac{15}{2352}$	156,8	10	$\frac{21}{9075}$	432,1
2	$\frac{5}{27}$	5,4	5	$\frac{11}{675}$	61,4	8	$\frac{17}{3888}$	228,7	11	$\frac{23}{13068}$	568,2
3	$\frac{7}{108}$	15,4	6	$\frac{13}{1323}$	101,8	9	$\frac{19}{6075}$	319,7	12	$\frac{25}{18252}$	730,1

Wenn diese Ausdrücke der magnetischen Wirkung, die auf das Gesetz der quadratischen Verbreitung sich gründen, die richtigen sind, so müssen sie den Tangenten der Ablenkungswinkel der Boussole für jede Entfernung proportional seyn; denn die Nadel wird hierbei von zwei Kräften sollicitirt, der beständigen des Erdmagnetismus, welche die Nadel in die Richtung des magnetischen Meridians zieht, in Verbindung mit dem in eben dieser Richtung wirkenden Theile der nach der Entfernung veränderlichen Anziehung des Ma-

gnetstabes, und von der winkelrecht auf den Meridian gerichteten Componente dieser Anziehung.

Scoresby's Beobachtungen stimmen mit dieser Voraussetzung innerhalb der Grenzen überein, welche bei dieser Untersuchung mit gewöhnlichen Compassen anzunehmen sind. Es sind folgende.

Versuche mit einem Magnetstabe von 2 Fuſs.

Dist.	Ablenkung.	Tang.	$\frac{1}{R}$	$\frac{\text{Tang.}}{R}$	Berechn. Tang.	Berechn. Ablenk.	Unterschied.
1	34° 16′	68130	1	68130	74000	36° 30′	−2° 14′
2	7 43	13550	5,4	73170	13703	7 48	−0 5
3	2 43	4745	15,4	73208	4796	2 44	−0 1
4	1 13	2124	33,3	71022	2220	1 16	−0 3
5	0 42	1222	61,4	74984	1296	0 42	−0 0
6	0 27	785	101,8	79888	727	0 25	+0 2
7	0 17	495	156,8	77617	472	0 17	0 0
8	0 11	320	228,7	73186	323	0 11	0 0
9	0 7½	219	319,7	70022	231	0 8	0 0
10	0 6	175	432,1	75625	170	0 6	0 0

Die erste Columne dieser Tafel giebt die Distanzen in Stabeslängen an, in der zweiten befinden sich die Ablenkungswinkel; sie sind Mittelzahlen zwischen der Anziehung des Südpols und des Nordpols des Stabes, deren Angaben selten mehr als zwei Minuten differiren. Die dritte Reihe giebt die Tangenten dieser Winkel, und in der fünften erhält man den Quotienten des Verhältnisses der nach der Rechnung angenommenen und der beobachteten magnetischen Kräfte; dieser sollte allerdings ein constantes seyn. Nimmt man als Mittelzahl den Werth 74000 an und berechnet rückwärts aus diesen Zahlen die Tangenten, so erhält man die Werthe der sechsten Columne, und in der siebenten ihre zugehörigen Winkel. Die Differenzreihe der letzten Columne zeigt nur in der ersten Beobachtung, wo der Stab der Boussole sehr nahe war, eine bedeutende Abweichung. Eine wesentliche Quelle der Verschiedenheit zwischen Rechnung und Beobachtung fand sich auch in dem Umstande, daſs man für die Angabe der Distanzen die ganze Länge des Stabes und nicht, wie man nachher that, den gegenseitigen Abstand der Pole auf dem Stabe als Einheit der Messung annahm. Bei spätern Versuchen mit einem Magnetstabe von 3 Fuſs, dessen Pole jedoch

n 2 Fuſs 3 Z. aus einander lagen, zeigte nach dieser richtigen Annahme die Rechnung eine noch bessere Uebereinstimmung mit der Beobachtung:

Dist.	Entf. d. nächst. Pole v. Comp.	Ablenk.	Tang.	Verhältnifszahl	Berechn. Tang.	Berechn. Ablenk.	Fehler
1	2F. 3Z.	50° 48	122612	122612	121600	50°. 34′	+ 14′
2	4 9	12 36	22353	120706	22518	12. 41	— 5
3	7 3	4 31	7899	121870	7881	4. 30	+ 1
4	9 9	2 4	3609	120300	3648	2. 5	— 1
5	12 3	1 8	1978	121377	1982	1. 8	0
6	14 9	0 41	1193	121411	1195	0. 41	0
7	17 3	0 27	785	123088	776	0. 27	0

Bei dieser Berechnung wurde als mittlere Verhältnifszahl der berechneten und der beobachteten magnetischen Kraft die Zahl 121600 angenommen; auch hier erweist sich die Richtigkeit der Annahme einer Verbreitung der magnetischen Wirkung nach dem umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Distanzen als mit der Erfahrung vollkommen übereinstimmend. In einer umständlichen Erörterung sucht Scoresby noch die Richtigkeit dieses Gesetzes auch für diejenigen Fälle zu erweisen, wo wegen allzugrofser Nähe die Wirkung des Magnets nicht mehr blofs auf das Centrum der Boussole bezogen werden kann, sondern die veränderliche und ungleiche Entfernung der Pole der Compafsnadel selbst in Betracht kommt.

Endlich haben die Untersuchungen, welche der um die Mathematik und Astronomie so hoch verdiente Prof. Gauss der Lehre vom Magnetismus widmete, alle Zweifel über die Richtigkeit des hier besprochenen Gesetzes ganz zum Ziele gebracht[1]. Mit einem Apparate, der durch die Schärfe und Sicherheit der Beobachtungen auch die höchsten Anforderungen, die man an physikalische Beobachtungen machen darf, noch übertraf[2], stellte er eine Reihe von Versuchen über die Ablenkung einer Magnetnadel durch eine zweite nahe gelegene an. Die zwei Nadeln (die bewegliche und die feste), jede

1 Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Göttingae 1833. 4.

2 S. unten: *Magnetische Werkzeuge.*

etwa 3 Decimeter (11 Z.) lang, wurden in zwei verschiedenen Lagen combinirt. Bei der ersteren lag die feste Nadel senkrecht auf den Meridian dem Centrum der beweglichen Nadel winkelrecht gegenüber, bald im Westen bald im Osten derselben, abwechselnd dem Nordpole, dann dem Südpole zugekehrt. Das gab vier Beobachtungen u, u', u'', u''', die in eine einzige v zusammengezogen wurden. Andere vier Ablenkungen erhielt man, wenn die feste Nadel im Meridian selbst, ihn quer durchschneidend, sich befand, sie konnte im Süden oder im Norden der beweglichen Nadel liegen und mit ihrem Nordpole nach Osten oder Westen umgelegt werden; die Vereinigung der vier Resultate $\frac{1}{4}$ (u — u' + u'' — u''') gab den Werth v'. In beiden Fällen hatte man für die verschiedenen Entfernungen R

$$\text{Tang. } v = L R^{-(n+1)} + L' R^{-(n+3)} + L'' R^{-(n+5)} + \ldots$$

wobei n den in Frage liegenden negativen Exponenten des Abstandes, L aber einen Coefficienten bezeichnet, der von der magnetischen Kraft der Nadel, vom Erdmagnetismus und dem horizontal wirkenden Theile desselben, endlich auch von dem Widerstande abhängt, den die Drehung des Fadens den Ablenkungen entgegensetzt. Dabei ist zu bemerken, dafs für die erstere Classe von Beobachtungen der Werth von L um n mal vergröfsert wird. Aus 52 Beobachtungen für die erstere Lage, wo die feste Nadel sich seitwärts von der beweglichen im Osten und im Westen befand, ergaben sich 13 Ablenkungen v für die Entfernungen von 1,3 bis 4,0 Meter (von 4 bis 12 Fufs) und ebenso 25 andere v' aus 60 Beobachtungen für den zweiten Fall, wo die feste Nadel ebenfalls quer auf den Meridian im Norden und Süden der beweglichen lag, für die Entfernungen von 1,1 bis 4,0 Meter (3 bis 12 F.). Die erstern sind, wie die Formel angiebt, beinahe das Doppelte der letztern, woraus für n der Werth = 2 sich sogleich darbietet. Auch stehn in beiden Reihen die Ablenkungen im umgekehrten Verhältnisse des Kubus der Entfernungen. Gauss zog nach der Methode der kleinsten Quadrate die Werthe der Coefficienten L und L für beide Beobachtungsreihen, nämlich

$$\text{Tang. } v = 0{,}086870\, R^{-3} - 0{,}002185\, R^{-5} \text{ und}$$
$$\text{Tang. } v' = 0{,}043435\, R^{-3} + 0{,}002449\, R^{-5}.$$

Aus diesen berechnet er die nachstehenden Werthe, welche

it den Beobachtungen selbst in folgender Tafel enthalten sind:

Abstd. R.	v. Beob.	v. Berechn.	Diff.
1,3	2° 13′ 51″,2	2° 13′ 50″,4	+ 0″,8
1,4	1 47 28, 6	1 47 24, 1	+ 4,1
1,5	1 27 19, 1	1 27 28, 7	— 9,6
1,6	1 12 7, 6	1 12 10, 9	— 3,3
1,7	1 0 9, 9	1 0 14, 9	— 5,0
1,8	0 50 52, 5	0 50 48, 3	+ 4,2
1,9	0 43 21, 8	0 43 14, 0	+ 7,8
2,0	0 37 16, 2	0 37 5, 6	+ 10,6
2,1	0 32 4, 6	0 32 3, 7	+ 0,9
2,5	0 18 51, 9	0 19 2, 1	— 10,2
3,0	0 11 0, 7	0 11 1, 8	— 1,1
3,5	0 6 56, 9	0 6 57, 1	— 0,2
4,0	0 4 35, 9	0 4 39, 6	— 3,7

Abstd. R.	v′. Beob.	v′. Berechn.	Diff.
1,1	1° 57′ 24″,8	1° 57′ 22″,0	+ 2″,8
1,2	1 29 40, 5	1 29 46, 5	— 6,0
1,3	1 10 19, 3	1 10 13, 3	+ 6,0
1,4	0 55 58, 9	0 55 58, 7	+ 0,2
1,5	0 45 14, 3	0 45 20, 9	— 6,6
1,6	0 37 12, 2	0 37 15, 4	— 3,2
1,7	0 30 57, 9	0 30 39, 1	— 1,2
1,8	0 25 59, 5	0 26 2, 9	— 3,4
1,9	0 22 9, 2	0 22 6, 6	+ 2,6
2,0	0 19 11, 6	0 18 55, 7	+ 5,9
2,1	0 16 24, 7	0 16 19, 8	+ 4,9
2,5	0 9 36, 1	0 9 38, 6	— 2,5
3,0	0 5 33, 7	0 5 33, 9	— 0,2
3,5	0 3 28, 9	0 3 29, 8	— 0,9
4,0	0 2 22, 2	0 2 20, 5	+ 1,7

Eine so seltene Uebereinstimmung der Construction mit der Erfahrung ist nicht nur die rühmlichste Probe von der Geschicklichkeit und dem strengen Verfahren des Beobachters, sondern sie leistet auch den ermunternden Beweis, daſs auch in den sogenannten physikalischen Erscheinungen die Natur eine Regelmäſsigkeit und Schärfe bewahre, die wir sonst nur in den ungleich einfachern Combinationen der Astronomie zu finden gewohnt sind. Die magnetische Wirksamkeit nimmt also genau nach den Quadraten der Entfernungen ab und der

Magnetismus bewahrt diesemnach, trotz allen übrigen E[illegible] thümlichkeiten, in völliger Reinheit ein Gesetz, das jeder einem Puncte ausgehenden Kraft nach der allgemeinen metrischen Ansicht zukommt.

X. Vertheilung des Magnetismus im nern magnetisirter Stahlstäbe.

Die allgemeine Erfahrung zeigt, dafs die magneti[illegible] Kräfte in jedem des Magnetismus fähigen Körper nach se äufsersten Enden hingedrängt seyen und dafs es in der [illegible] desselben eine Stelle gebe, wo gar keine Wirkung beme[illegible] ist. Bei den natürlichen Magneten sind es zwar ihrer r gelmäfsigen Gestalt wegen nicht immer die entlegensten P[illegible] des Körpers, in welchen die magnetische Kraft concentri[illegible] scheint; allein in den künstlichen Stahlmagneten, deren L beträchtlich gröfser ist als ihre Dicke, liegen jene Ver tungspuncte, die *Pole*, ganz an den äufsersten Enden geraden oder gekrümmten Stabes. Es fragt sich, *nach chem Gesetze die magnetische Kraft von da an bis zur* [illegible] *abnehme*. Offenbar kommen hier drei von einander ganz abhängige Elemente in Betracht: 1) die *Länge* des Ma stabes; 2) sein *Querschnitt* nach seiner Gröfse und seiner stalt; 3) die *absolute Stärke* des ihm inwohnenden Ma tismus. Dafs hierbei nur prismatische oder cylindrische, neswegs zugespitzte oder konische Stäbe zu verstehn se dafs sie in Absicht auf Härtung in ihrer ganzen Länge gl förmig, nicht (wie es etwa bei Compafsnadeln der Fall ist der Mitte weicher seyn sollen, und dafs die Magneti[illegible] bis zur Sättigung gebracht und für beide Pole von gle Stärke seyn müsse, bedarf wohl keiner Erinnerung, da s mit diesen einfachern Bedingungen die Frage genug Schwi[illegible] keiten darbietet.

Der Erste, der diesen Gegenstand in Betrachtung z war Tobias Mayer. In der dürftigen Nachricht, die von seiner umfassenden Arbeit über den Magnetismus in Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen vom 16. Ju[illegible] 1760 haben, steht seine Meinung hierüber in folgenden W ten ausgedrückt: „Hr. Mayer betrachtet einen Magnet,

...ende ist und durchgehends gleiche Dicke hat, so wie etwa die gemeine Gestalt der künstlichen Magnete ist. Den ...ct, der zwischen beiden Enden oder Polen in der Mitte ...t, nennt er den *Mittelpunct*. Jedes einzelne Theilchen ... Magnets hat eine Kraft, auf jeden Theil eines andern ...chen Magnets zu wirken, und diese Kraft ist desto grö... je weiter die gedachten Theilchen beider Magnete von ... Mittelpuncte sind: *sie verhält sich genau, wie die ... jedes Theilchens von dem Mittelpuncte des Magnets, ... welchem es gehört.*" Die Gründe, auf welche Mayer ... so bestimmt ausgesprochene Meinung gestützt haben ..., sind mit seiner Abhandlung selbst für uns verloren ge...n. Welches Schicksal diese betroffen, ob er sie selbst ...tet oder dieses andern überlassen habe, ist nach sie... Decennien, und nachdem die Aufforderungen der Phy... an die Hüter seiner literärischen Schätze erfolglos ge...en sind[1], nicht mehr auszumachen. Leider fiel seine Vor... in eine Epoche, wo die Königl. Gesellschaft aufser ... war, ihre Denkschriften herauszugeben, und dieses je... Mitglied selbst zu thun überlassen blieb[2]. Mayer starb ... Jahre nachher. Auf jeden Fall ist anzunehmen, dafs diese ...aussetzung entweder auf keinen oder doch sehr mangel...en Versuchen beruhe, da Coulomb's und Hansteen's ge...e Forschungen derselben widersprechen. Auch Lambert[3] geht von derselben aus, als von einer willkürlichen ...hme, deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit sich dann ... der Vergleichung der Versuche mit der Theorie ergeben ...e.

Erst im J. 1785 unterwarf Coulomb diese Frage einer ...mäfsig angestellten Untersuchung[4]. Er bediente sich ... der Methode der Schwingungen einer horizontalen Ma...nadel. Man denke sich zu dem Ende eine kleine magne...e Nadel von 5 bis 6 Lin. Länge an einem einfachen Sei...den horizontal aufgehängt und halte dieser in der Ebene

1 Hansteen Unters. über den Magnetismus der Erde. S. 284.

2 Vom J. 1756 bis 1762. S. J. D. Michaelis Comment. Soc. reg. ... Bremae 1763. 4. Vorrede.

3 Hist. de l'Acad. de Berlin. 1766. p. 72.

4 Hist. de l'Acad. d. Sc. de Paris. Ann. 1789. p. 468.

des Meridians einen verticalen Magnetstab nahe gegenü den man auf- und niederwärts bewegen kann, so wird sie sto schnellere Schwingungen machen, je stärker der Magnetis derjenigen Querschicht des Stahlstabes ist, welche gerade ihrer Horizontalebene sich befindet. Allerdings wirken b auch diejenigen Theile des Stabes, welche zunächst über u unter der fraglichen Schicht liegen, auf die Nadel ein, al bei der Kleinheit der letztern und bei ihrer großen Nähe Stahlstange können nur die nächsten Theile einigen Einf auf sie ausüben, indem die entferntern unter einem allzu günstigen Winkel wirken müssen. Man kann also unbede lich die Schwingungen der Nadel auf diejenige Stelle Stabes beziehn, welche mit dieser in einerlei Horizontaleb liegt. So vortheilhaft in dieser Hinsicht die große Annä rung ist, so hat sie dagegen den wesentlichen Nachtheil, d der Magnetismus der Nadel selbst durch die Kraft der Sta erhöht, mithin das Resultat in einem unbekannten Maſse v stärkt wird. Man kann jedoch diesem Uebelstande durch e gröſsere Entfernung der Nadel vom Stabe und besonders a dadurch begegnen, daſs man ihr vor dem Versuche den höch möglichen Grad der Sättigung ertheilt. Eben des Umstan wegen, daſs man nicht mit einer Schicht allein, sondern m mit denjenigen zu thun hat, die über und unter ihr lieg kann man diesen Versuch nicht bis zum Ende der Nadel f setzen, weil dort die eine Partie der angrenzenden Schi ten fehlen würde, das Resultat würde daher das Mittel der letzten Schicht und Null, mithin nur halb so groſs se als es werden sollte. Man muſs daher, wie Coulomb sel bemerkt, die Zahl, welche die Intensität am Ende der Sta ausdrückt, verdoppeln. Endlich ist es rathsam, zu dieser U tersuchung ziemlich lange Stäbe anzuwenden, um dadurch Einwirkung des entferntern Poles auf die Nadel möglichst a zuweichen.

Alle diese Vorsichtsregeln wurden von Coulomb um mehr in Acht genommen, als er durch einen vorläufigen v fehlten Versuch von ihrer Nothwendigkeit überzeugt word war. — Seine Nadel hatte 6 Lin. Länge und 3 Lin. Dic war hart und stark magnetisirt. Der verticale Magnetstab, v welchem sie in einem Abstande von 8 Lin. ihre Schwingu gen machte, war 27 Zoll lang bei 2 Lin. Durchmesser; ei

...ge derselben wog 865 Gran. Leider sind die Origi-...obachtungen dieses gelehrten Physikers nicht bekannt ge-...ten, indem er nur von den erstern, nicht ganz gelunge-...n Versuchen die Schwingungen der kleinen Nadel in einer ...immten Zeit, z. B. einer Minute, mitgetheilt hat. Von den ... giebt er nur die Intensitäten selbst an, so wie er sie ... Versuchen berechnet hatte. Diese ist, wenn S die ...achtete Zahl der Schwingungen von einem Puncte des Ma-...stabes, s diejenigen bezeichnet, welche die Nadel für ... d. h. bloſs durch den Erdmagnetismus sollicitirt, macht, $= S^2 - s^2$. Bevor wir zu diesen Angaben übergehn, mag ...noch eine von Biot[1] gegebene theoretische Entwicke-...dieser Aufgabe Platz finden, deren Uebereinstimmung mit ... Versuchen die ihr zum Grunde liegenden Ansichten zu ...ertigen scheint.

Der Analogie zufolge, welche die neuern Entdeckungen ...den Elektricität und Magnetismus zu unserer Kenntniſs ...acht haben, kann man den Magnetstab wie eine isolirte ...nische Säule betrachten, in welcher zwei entgegengesetzte ... von den Enden aus wechselseitig sich binden. Ist N ...e Zahl der Elemente, welche die Säule bilden, und bezeich-...man durch A B die entgegengesetzten Ladungen ihrer äu-...ren Theile A und B, so wird die Kraft A in dem n ten ...emente ein Quantum der entgegengesetzten Art latent ma-..., dessen Werth durch $A\mu^n$ vorzustellen ist, und ebenso ...die Kraft B in dem nämlichen Elemente ein Quantum ...den halten, das sich durch $B\mu^{N-n}$ ausdrücken läſst, ... μ constant ist. Demnach wird im besagten Elemente ...wirklich freie Kraft $y = A\mu^n - B\mu^{N-n}$, oder, da A und B ...gleicher Stärke anzunehmen sind,

$$y = A(\mu^n - \mu^{N-n}).$$

Im magnetischen Stabe findet sich durch den Einfluſs der ...ung diese gegenseitige Neutralisirung der Elemente eini-...massen im Beharrungsstande, und man hat nur, weil hier ...Zahl N der Elemente unendlich ist, die Formel dem ge-...ß zu verändern. Heiſst 2 l die ganze Länge des Stabes, x ...geradlinige Abstand des Elementes n vom Ende A, so ist ..., daſs, wenn in einer gegebenen Länge (1) die Zahl der

[1] Traité de Physique experim. et mathem. T. III. p. 76.

metallischen Elemente (n) ist, verhältnifsmäfsig für die Lä
21 ihre Zahl $= 21 \frac{(n)}{(l)}$ seyn mufs und für die Lä
$x = \frac{x(n)}{(l)}$. Substituirt man diese Ausdrücke für die G
ssen N und n, so erhält die Intensitätsgleichung folge
Form:

$$y = A\left[\mu^{\frac{(n)}{(l)}\cdot x} - \mu^{\frac{(n)}{(l)}\cdot(2l-x)}\right].$$

Setzt man der Einfachheit wegen statt $\mu\frac{(n)}{(l)}$ schle
weg den Buchstaben μ, um eine andere Constante zu
zeichnen, in welcher der Exponent $\frac{n}{l}$ für alle Stahlstangen
einerlei Natur der nämliche bleibt, welches auch ihre Ge
und ihr Durchmesser seyn mag, so hat man endlich

$$y = A\,(\mu^{x} - \mu^{2l-x})$$

und dieser Ausdruck ist die Gleichung einer Curve, we
die magnetischen Intensitäten in jedem Puncte unsers St
darstellt.

Coulomb hat die von ihm beobachteten Intensitäten
die Ordinaten einer Curve aufgetragen, deren Abscissen
der halben Länge des Stabes sich befinden. Sie sind
Fig. 129. gende:

Abstand v. Ende des Stabes	Intensitäten
0 Zolle	165
1 -	90
2 -	48
3 -	23
4,5 -	9
6 -	6

Um hieraus A und μ zu bestimmen, hebe man die zw
und fünfte Ordinate aus, in welchen

$$x = 1 \qquad y = 90$$
$$x = 4{,}5 \qquad y = 9.$$

Dieses giebt $90 = A\,(\mu - \mu^{(27-1}\ )$
und $9 = A\,(\mu^{4,5} - \mu^{(27-4,5)})$

$$\text{daraus } \frac{90}{9} = \frac{\mu - \mu^{26}}{\mu^{4,5} - \mu^{22,5}}$$

$$\text{mithin } \mu = 10\,\mu^{4,5} + \mu^{26} - 10\,\mu^{22,5};$$

die Gröfse μ ist also ein Bruch, dessen 26ste und 22,5te Potenz füglich vernachlässigt werden können, und so wird $\mu = 10\mu^{4,5}$ oder $10 = \frac{\mu}{\mu^{4,5}}$; mithin $\mu^{3,5} = \frac{1}{10}$. Es ist aber $\sqrt[3,5]{\frac{1}{10}} = 0{,}51795 = \mu$. Da nun $A\,\mu = 90$, so ist $A = \frac{90}{\mu} = 173{,}76$; berechnet man mit diesen Daten die Ordinaten für die übrigen Abscissen, so erhält man folgende Tafel:

Abstand vom nördlichen Ende des Stabes.	Stärke des freien Magnetismus.		
	Beob.	Berechnet	Unterschied
0	165	173,76	— 8,76
1	90	90,00	0,00
2	48	46,62	+ 1,38
3	23	24,14	— 1,14
4	9	9,00	0,00
6	6	3,35	+ 2,65

Die erste Beobachtung 165 ist an sich zweifelhaft, weil Coulomb das Doppelte der beobachteten Oscillationen nahm, und er bemerkt selbst, dafs dieses Verfahren zu kleine Werthe gebe. Bei den mittleren wechseln die Zeichen der Fehler. Die letzte der berechneten Ordinaten scheint am stärksten abzuweichen. Allein auf 6 Zoll vom Ende war der Magnetismus des Stabes bereits so schwach, dafs er leicht von der Nadel selbst eine etwelche Zugabe erhalten konnte, auch ist in diesen Entfernungen vom Pole die Vertheilung des Magnetismus unregelmäfsiger und schwankender als gegen die Enden. Bei langen und schwach magnetisirten Nadeln können sogar leicht Indifferenzpuncte und Umkehrungen des Magnetismus eintreten.

Uebereinstimmend mit der Erfahrung zeigt also die hier entwickelte Vorstellungsart, dafs die magnetische Kraft an den

Enden des Stabes im Maximum vorhanden seyn müsse.
ist nämlich am ersten Ende, wo $x = 0$, der Werth
$y = A(1 - \mu^{2l})$ und am andern Ende, wo $x = 2l$,
$y = -A(1 - \mu^{2l})$; also gleich grofs, mit entgegeng
ter Bedeutung. Von den Enden zur Mitte hin ist de
Magnetismus stets abnehmend und es wird daselbst,
$x = l, y = A(\mu^{l} - \mu^{l}) = 0$. Die Constante μ drückt
das Verhältnifs aus, nach welchem von einem Theil
andern ein gewisses Quantum des Magnetismus latent ge
wird. Sie hängt daher bei voller Magnetisirung des S
keineswegs von seiner Länge ab und die Intensitätscurve
dieselbe, so lange der Werth von $\mu^{(2l-x)}$ gegen die E
unbedeutend bleibt. Die Versuche, welche COULOMB mit S
von verschiedener Länge und einerlei Durchmesser anstellt
stätigten dieses vollständig. Er fand, dafs *die freie mag
sche Kraft in Stäben von 2 Lin. Dicke nur auf 3 bis
vom Ende zusammengedrängt war* und von da an b
Mitte wenigstens für den Versuch unbemerkbar blieb,
sie auch in der Wirklichkeit erst in der Mitte völlig
schwindend seyn mufste. Stäbe von 12, 10, 8 und 6 Zoll
gaben ihm die nämlichen Resultate, wie derjenige von
Er zieht daraus den praktischen Schlufs, dafs die dirig
Kraft einer Magnetnadel oder ihr Vermögen zum Mer
zurückzukehren, ihr magnetisches Moment *im einfachen
hältnisse der Länge des Hebelarms* (von der Mitte der
bis zum Schwerpuncte der magnetischen Kraft gerechnet)
Die Lage dieses Punctes, welcher der Schwerpunct de
der Intensitätscurve umschlossenen Flächenraumes ist, best
er auf 1,5 Zoll vom Ende des Stabes, der 2 Lin. Durch
ser hatte. Versuche, die er über die dirigirende Kraft
Nadeln von ungleichem Durchmesser mit Hülfe seiner
waage anstellte, belehrten ihn, dafs eine Nadel von 1
Länge und 2 Lin. Dicke, deren Gewicht 865 Gran b
ihren magnetischen Schwerpunct auf 1,51 Zoll vom Ende
während er bei einer andern Nadel von eben dieser L
und 38 Gran Gewicht auf 0,36 Zoll vom Ende sich b
Die Durchmesser dieser Nadeln verhalten sich wie die
dratwurzeln ihrer Massen oder Gewichte, sie sind also
$\sqrt{865} : \sqrt{38}$ oder wie 4,8 : 1, der Abstand ihrer Schwerp
vom Ende hingegen ist wie 1,51 : 0,36 oder wie 4,2 : 1.

…rhalten sich diese Abstände sehr nahe wie die Dicken …Nadeln und *der magnetische Schwerpunct ist bei einer …rischen Nadel etwa um das Neunfache ihres Durch…ers vom Ende entfernt.*

Da ferner bei der Nadel von 2 L. Durchmesser die ma…sche Wirksamkeit sich nur auf etwa 4 Zoll vom Ende er…te, das magnetische Moment aber auf 1,5 (nach einer … genauern Bestimmung auf 1,3 Zoll) vom Ende lag, … etwa auf ¼ von der Stelle, wo die Intensitätscurve mit … Axe zusammenfällt, so wagt es Coulomb, ihre Fläche … Dreiecke zu vergleichen, dessen Scheitel etwa 25 Durch…r der Nadel von ihrem Ende absteht. Da nun die Flä…eines Dreiecks im geraden Verhältnisse seiner Höhe zu…mt, so folgt ebenfalls, dafs für Nadeln, deren Länge über …fache ihres Durchmessers geht, das magnetische Mo…nt mit der Länge derselben im geraden Verhältnisse zuneh…. Bei zwei Nadeln von gleicher Natur und Gestalt verhal…ich demnach ihre dirigirenden Kräfte wie die Kuben ih…mologen Dimensionen. Dieses alles gilt jedoch nur von …n und Stäben, deren Länge mehr als 50 Durchmesser … *bei kürzeren Nadeln verhält sich die dirigirende Kraft …ie Quadrate der Längen.*

Welchen Einflufs die Durchmesser der Magnetstäbe auf …esetz der Vertheilung des Magnetismus im Innern der… ausüben, darüber hat Coulomb keine Versuche ange…, sondern sich begnügt zu untersuchen, in wie weit die …nde Kraft oder das magnetische Moment von der Dicke …be abhänge. Aus diesem läfst sich freilich, wenn al… einerlei Hebellänge reducirt wird, auch ein Schlufs … gröfsere oder geringere magnetische Kraft, die ein … nach Verhältnifs seines Durchmessers, annimmt, ma…keineswegs aber abselm, wie die Vertheilung des Ma…us in Stäben von verschiedener Dicke sich verhalte[1]. …en Fall wird man annehmen können, dafs, was auch …urch Barlow's Versuche bestätigt ist, das magneti-

---

[1] …uschenbroeck fand aus Versuchen mit Stäben von unglei…ten und Längen, dafs diejenigen den stärksten Magnetis…ahmen, in welchen die Breite etwa $\frac{1}{24}$ der Länge ausmachte. … Magnete. p. 108.

sche Fluidum als ein repulsives Wesen nach der Oberflä-
des Stabes getrieben werde und dort je nach dem Grade s-
ner Intensität eine Schicht von einer gewissen Dicke bil-
Dieser Ansicht zufolge würde es in cylindrischen Stäben, d-
ren Länge über das 50fache ihres Durchmessers geht, nur i
einfachen Verhältnisse der Oberflächen, d. h. der Peripheri-
oder Radien der Stäbe zunehmen und keineswegs auch in i-
rem Innern sich anhäufen. Diese Ansicht wird auch du-
COULOMB's eigne Versuche unterstützt, zufolge welcher
einem Bündel von Stäben die inwendig liegenden an Mag-
tismus merklich verlieren, so dafs die Erregung, welche
von den äufsern erleiden, nicht nur hinreicht, sie zu neut-
lisiren, sondern sogar ihre Pole umzuwenden [1]. Bei
Schwierigkeit, Stäbe von ungleichem Durchmesser ohne V-
änderung der Stahlart und Härtung zu erhalten, nahm Co-
LOMB seine Zuflucht zu einem andern Mittel. Er nahm
nen Eisendraht in derjenigen Härtung, wie er aus dem Dra-
zuge kommt, gab ihm, während er durch angehängte G-
wichte gespannt war, eine gleichförmige Zahl von Drehung-
um seine Axe, um ihn dadurch härter zu machen. Aus d-
sem Drahte von 120 Fufs Länge schnitt er Stücke von v-
schiedener Länge, die er mit Seidenfäden in Bündel zusa-
menband und bis zur Sättigung magnetisirte. Diese legte
in den Bügel seiner Drehwaage und fand, dafs ihre magn-
schen Drehungsmomente sich wie die Kuben ihrer homolo-
Dimensionen verhielten. Zieht man hiervon ab, was der
belwirkung angehört, so ergiebt sich, dafs das Quantum
magnetischen Fluidums selbst in ihnen nur im quadratisc-
Verhältnisse jener Dimensionen stand. Ein Bündel von
Drähten, jeder 12 Zoll lang und 48 Gran schwer, bis
Sättigung magnetisirt, erheischte nämlich eine Drehung
Suspensionsfadens von 342 Graden, um in einem Absta-
von 30 Graden vom Meridiane abgehalten zu werden; bei
nem Bündel von 9 Drähten derselben Art, jeder von 6 Z-
Länge, bedurfte es nur 42° Drehung. Das Verhältnifs di-
Spannungen 342 : 42 ist wie 8,14 : 1, gleich den Kuben i-
Dimensionen. Aehnliche Resultate erhielt man mit Bünd-
deren Dimensionen im dreifachen und vierfachen Verhältni-
zu einander standen.

1 BIOT tr. de Phys. exp. et math. T. III. p. 101.

Jene vorhin erwähnte Rückwirkung der äufsern Kräfte auf die innern zeigte sich aber erst, als COULOMB zur Bestätigung des gefundenen Gesetzes sich magnetische Bündel verschaffte, bei denen die einzelnen Theile vor dem Zusammenbinden magnetisirt waren. Er hatte nämlich aus einer grofsen Stahlplatte Stäbe von 6 Zoll Länge und 9,5 Lin. Breite geschnitten, die 382 Gran wogen. Sie wurden, um eine gleichförmige Härtung zu erhalten, alle ganz angelassen, dann bis zur Sättigung magnetisirt und, glatt auf einander liegend, in Bündel von 4, 8 und 16 Stücken mit Seide zusammengebunden. Den Erfolg zeigt folgende Tafel.

Zahl d. zus. gebund. Lamen	Beobachtete Drehungen	Verminderung d. Intensität.
1	82°	0,00
2	125	0,24
4	150	0,54
6	172	0,65
8	182	0,72
12	205	0,79
16	229	0,82

Hier sind die Verminderungen des Magnetismus sehr auffallend. Bei 16 Stäben sollte die Intensität $= 16 \times 82 = 1312°$ werden, wenn man die Kraft der einzelnen $= 82°$ setzt, sie ist aber nur 229°, also blofs etwa der sechste Theil derselben, indem $\frac{4}{5}$ oder 82 Procent verloren gehn. Die Einwirkung der Stäbe auf einander wird aber noch sichtbarer aus COULOMB's eignen Wahrnehmungen, der die Bündel zerlegte und sogleich die Kraft eines jeden prüfte. Es gab bei 4 Stäben

die 1ste Lame = 70° Drehung
2 - - - 44 -
3 - - - 44 -
4 - - - 60 -

In den mittlern Stäben war also wenigstens $\frac{1}{4}$ ihres Magnetismus zerstört worden; dennoch hätte ihre Gesammtwirkung 218° betragen sollen, da sie jedoch nach dem obigen nur 150° ausmachte. Hieraus geht hervor, dafs diese Einwirkung einigermafsen vorübergehend war und dafs die Stäbe nach der Auflösung des Bündels wieder einen Theil ihres Magnetismus erlangt hatten. Bei einem Bündel von 8 Lamen war die Kraft der einzelnen Stücke folgende.

1te	Lame	48	Drehung
2-	-	36	-
3-	-	35	-
4-	-	33	-
5-	-	34	-
6-	-	38	-
7-	-	35	-
8-	-	51	-

Alle Stäbe, selbst die äufsern, hatten somit von d. ursprünglichen Magnetismus einen bedeutenden Theil ei: büfst; doch scheinen sie gleich nach dem Zerlegen des I dels wieder einen Theil desselben gewonnen zu haben, dem ihre Gesammtwirkung 310° ausmacht, statt dafs sie c nur 182° betragen hatte. Bei einem Bündel von 16 Sta hatten die beiden äufsern 46 und 48 Grade (statt 80), die nern abnehmend bis auf 26°, die Summe ihrer einzelnen K: war jedoch 516, also mehr als das Doppelte von der K die sie im vereinten Zustande äufserten.

In neuerer Zeit hat ein durch Scharfsinn und Genaui ausgezeichneter Physiker des Nordens, Kupffer in Pet burg[1], die Methode Coulomb's wieder für den nämlichen Zw in Anwendung gebracht. Um zu verhüten, dafs die kl Nadel nicht entweder von dem zu untersuchenden Stabe r gnetisch gemacht, oder gar näher zu ihm hingezogen wi hing er sie in einer gröfsern Entfernung von demselben als Coulomb gethan hatte. Allerdings mufsten auf diese W mehrere Stellen des verticalen Stabes über und unter d Puncte, der in der Verlängerungslinie der Nadel lag, auf d. einwirken, so dafs man nicht die Kraft einer einzigen Sch erhielt; allein auf jeden Fall konnten diese Beobachtungen d. benutzt werden, um an denselben irgend ein theoretis Gesetz der magnetischen Vertheilung zu prüfen. Die kle Nadel hatte nur 12 Millimeter (5 Lin.) Länge, sie war g und dünn und stand um 3 Decimeter (11 Z. 1 L.) von c Stahlstange ab. Die letztere war cylindrisch, von Gufsst ungehärtet, von 607 Millim. (22,4 Z.) Länge und 12½ Mill (5½ Lin.) Dicke. Die Schwingungszeiten der Nadel wurd nach einem Arnold'schen Chronometer gezählt, das 150 Sch

1 Ann. d. Chim. XXXVI. 50.

in der Minute machte. Durch den bloſsen Erdmagnetismus angeregt vollendete die Nadel 100 Schwingungen in 2 Min. 32 Sec.

Kupffer stellte erst den Stahlstab unmagnetisirt der kleinen Nadel in verticaler Lage gegenüber, um die Vertheilung des Erdmagnetismus in demselben zu untersuchen. Die untersuchten Stellen standen 40 Millim. (also nahe 3 Durchmesser des Stabes) von einander ab. Unten war, wie bekannt, Nordpol, oben Südpol. Der Indifferenz-Punct des Stabes oder die Stelle, wo er keine Wirkung auf die Nadel zeigte, stand um 283,5 Millim. vom nördlichen Ende ab, er war also um 20 Millim. oder ein halbes Intervall dem Nordpole näher als die Mitte des Stabes. Die Resultate zeigt folgende Tafel, in welcher die nördlichen Kräfte mit +, die südlichen mit — bezeichnet sind.

Intervalle.	Magn. Kraft.	Intervalle.	Magn. Kraft.	Intervalle.	Magn. Kraft.
6	— 0,0093	2	— 0,0046	1	+ 0,0045
5	0,0093	1	0,0023	2	0,0045
4	0,0093	½	0,0023	3	0,0068
3	0,0069	0	0,0000	4	0,0090
				5	0,0090

Als der Stab umgewendet wurde, verlor er vollständig den Magnetismus seiner erstern Lage, doch nahmen nur seine äuſsersten Enden die entgegengesetzte Polarität an, und es dauerte einige Zeit, ehe sie sich dem ganzen Stabe mittheilte.

Um dem Stabe einen etwelchen eigenthümlichen Magnetismus zu geben, strich Kupffer mit dem Nordpole eines starken stählernen Magnetes über denselben hin. Mit dem nördlichen Ende nach oben gekehrt in verticaler Stellung zeigte er aus den Schwingungen der Nadel folgende Kräfte in den verschiedenen Abständen vom Indifferenzpuncte.

Abst.	Kräfte.	Abst.	Kräfte.	Abst.	Kräfte.
+ 7	+ 0,1475	+ 3	+ 0,0979	— 1	— 0,0363
6	0,1463	2	0,0717	2	0,0745
5	0,1362	1	0,0383	3	0,1047
4	0,1186	0	0,0000	4	0,1342
				5	0,1517

Der Südpol des Stabes war, wie man sieht, kräftig[er]
als sein Nordpol, und der Indifferenzpunct lag dem stärke[ren]
Pole um 48 Millim. oder etwa 4 Drahtdicken näher, als d[ie]
Mitte des Stabes. Nun wurde dieser umgewendet, so da[ss]
sein Nordpol nach unten gekehrt war. Er befand sich al[so]
in einer für die Wirkung des Erdmagnetismus günstigen Lag[e,]
welche sich auch sogleich durch eine erhöhte magnetisch[e]
Kraft kund gab.

Abst.	Kräfte	Abst.	Kräfte.	Abst.	Kräfte.
— 5	—0,1662	— 1	—0,0415	+ 3	+0,1025
4	0,1481	0	0,0000	4	0,1283
3	0,1175	+ 1	+0,0363	5	0,1450
2	0,0803	2	0,0717	6	0,1558
				7	0,1593

Der Indifferenzpunct hatte sich um 5 Millim. der Mi[tte]
des Stabes genähert. Dieses war auch jederzeit der Fa[ll,]
wenn die magnetische Kraft zugenommen hatte. Der St[ab]
wurde nun wiederholt mit dem Nordpole des Magnets bestri[-]
chen, um ihm das Maximum der Kraft zu ertheilen, die die[se]
Art Magnetisirung gewähren konnte. So wurde er aufs ne[ue]
in den beiden vorigen Lagen durchprobirt.

A. Der Nordpol oben.

Abst.	Kräfte	Abst.	Kräfte	Abst.	Kräfte.
+ 4	+0,3109	+ 1	+0,0900	— 2	—0,1852
3	0,2508	0	0,0000	3	0,2663
2	0,1767	— 1	—0,0953	4	0,3313
				5	0,5759

B. Der Nordpol unten.

Abst.	Kräfte	Abst.	Kräfte	Abst.	Kräfte.
— 5	—0,3876	— 2	—0,1852	+ 1	+0,0932
4	0,3421	1	0,0953	2	0,1798
3	0,2710	0	0,0000	3	0,2563

In beiden Versuchen lag der Indifferenzpunct um 24 Mi[l-]
lim. von der Mitte entfernt nach dem südlichen Ende d[es]
Stabes hin. Dennoch war dieses am folgenden Tage nic[ht]
mehr der Fall, der Nordpol hatte an Kraft gewonnen und d[er]
Neutralpunct war ihm um 2 Millim. näher gerückt. D

Magnetismus der Erde machte also auch hierin, so wie in der Verstärkung der Kraft, wenn der Nordpol unten war, seine Wirkung geltend. Nur brauchte er beim Stahl jedesmal eine beträchtliche Zeit, um sich in der neuen Lage festzusetzen, und zwar um so mehr, je stärker der eigenthümliche Magnetismus des Stabes selbst war.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich im Allgemeinen folgendes:

1) Der Indifferenzpunct liegt immer dem stärkern Pole näher als dem andern.

2) In einer vertical gehaltenen magnetischen Stahlstange ist der Magnetismus stärker, wenn (in unserer Erdhälfte) der Nordpol nach unten gekehrt ist.

3) Wenn eine Stahlstange in ihrer ganzen Länge nur mit dem einen Pole eines Magnets bestrichen wird, so ist die dadurch erzeugte Polarität die vorherrschende und der Indifferenzpunct liegt ihr ebendeswegen um so näher; er rückt aber immer der Mitte zu, wenn die magnetische Kraft in der ganzen Stange gleichmäſsig zunimmt.

Der bisher gebrauchte Stahlstab wurde darauf durch den *Doppelstrich* (s. unten *Magnetisirung*) magnetisirt und gab folgende Resultate, wobei die Nadel 315 Millim. (11,6 Z.) vom Stabe entfernt war.

A. Der Nordpol des Stabes oben.

Abst.	Kraft	Abst.	Kraft	Abst.	Kraft.
0	0,0000	— 4	— 0,7763	+ 2	+ 0,4144
— 1	— 0,2201	5	0,8891	3	0,6239
2	0,4313	— 6	— 0,9515	4	0,7787
3	0,6239	+ 1	+ 0,2253	5	0,8876
				6	0,9451

Der Indifferenzpunct stand 300 Millim. vom Nordende, also nur 3,5 Millim. von der Mitte des Stabes ab. Bei den in der letzten Columne verzeichneten Abständen vom Indifferenzpuncte + 2, 3, 4, 5, 6 hatte die Nadel in Folge der starken Anziehung sich umgedreht. Sie gebrauchte 2′ 33″ Zeit zu 100 Schwingungen, wenn sie sich selbst überlassen war, bei — 6 Abstand vom Indifferenzpuncte 1′ 25″,2 und bei + 6 Abstand, da sie sich umgewendet hatte, 2′ 18″, 8.

B. Der Nordpol des Stabes unten.

Abst.	Kraft	Abst.	Kraft	Abst.	Kraft.
0	0,0000	— 4	—0,7975	+ 3	+0,6254
— 1	—0,2201	5	0,9012	4	0,783[illegible]
2	0,1313	— 6	—0,9645	5	0,897[illegible]
3	0,6324	+ 1	+0,2195	+ 6	+0,9573

Auch hier setzte sich die Nadel um, als die Ab- vom Indifferenzpuncte + 3, 4, 5 und 6 Theile von 40 Lim. Länge betrugen. Der Stahlstab selbst, an einem gezwirnten Seidenfaden horizontal aufgehängt, vollendet- Schwingungen in 884″,8.

Was diese Versuche von denjenigen Coulomb's we- lich zu unterscheiden scheint, ist der Umstand, dafs sie. gleich nach der nämlichen Methode ausgeführt, den M- tismus vom Ende des Stabes bis zum Indifferenzpuncte in steigertem Mafse abnehmen lassen, wogegen bei Cou nur etwa die vier ersten Zolle vom Ende einen bestim Magnetismus verriethen und die Indifferenz nicht einen fsen Scheidungspunct, sondern eine Länge von 19 Zoll machte. Allein dieser Unterschied ist nur scheinbar un klärt sich genügend aus dem verschiedenen Durchmesse angewandten Stäbe, die bei Kupffer's Versuchen 5½, bei (lomb's nur 2 Lin. dick waren. Ihr Verhältnifs war als von 1 zu 2,7, und in diesem Mafse mufste auch die Läng magnetischen Wirksamkeit auf Kupffer's Stäben zuneh. sie war also immerhin 2,7 × 4 = 10,8 Zoll, also sehr gleich der halben Länge des Stabes von 22,4 Zoll. Be man überdiefs die grofse Entfernung, in welcher Kupffer's Nadel schwingen liefs (11,1 Zoll vom Stabe), bei welcher viele Puncte des Stabes auf sie einwirkten, so wird man nicht wundern, dafs die Stelle des Minimums sich ihm als ein blofser Uebergangspunct darstellen mufste, da seine Intensitätsangaben sich mehr auf die Schwerpuncte ser magnetischer Räume, als auf bestimmte Querschichten Stabes beziehn. Wirklich scheinen diese Intensitäten nach dem einfachen Verhältnisse der Quadrate der Sch- gungszeiten, sondern nach einer andern Formel reducirt zu bei welcher vielleicht die schiefe Einwirkung der dem Prüfu- puncte zunächst liegenden Stellen in Rechnung gezogen ist.

Kupffer theilt bei dieser Gelegenheit ein sehr gen-

Verfahren mit, den Indifferenzpunct auf einem magnetischen Stabe zu bestimmen. Man ziehe auf einem Brete mehrere parallele Linien und durch diese winkelrecht eine Durchschnittslinie. Irgendwo auf diese letztere setze man das Centrum einer empfindlichen Boussole oder befestige über ihr den Faden einer Magnetnadel und drehe das Bret so, daſs die parallelen Linien in den magnetischen Meridian kommen. Auf einer derselben in einiger Entfernung seitwärts von der Boussole lege man den magnetischen Stab, den man so lange in der Richtung des Meridians hin und her schiebt, bis die Nadel keinerlei Abweichung zeigt. Sie ist dann von den südlichen und nördlichen Kräften des Stabes in gleichem Maſse sollicitirt und der Indifferenzpunct desselben befindet sich genau auf der Durchschnittslinie. Daſs dieser durch den Einfluſs des Erdmagnetismus seine Stelle bei verschiedenen Richtungen des Stabes um etwas verändern müsse, ist aus dem bisher Gesagten leicht begreiflich, daher es dienlich seyn möchte, das Bret auch noch so zu drehen, daſs die Durchschnittslinie in den Meridian und der Stab in Ost und West zu liegen käme.

Wirklich hat auch Kupffer den Einfluſs des terrestrischen Magnetismus auf den Magnetstab, nachdem er ihn in der *verticalen* Richtung durch die obigen Versuche auſser Zweifel gesetzt hatte, noch in seiner *horizontalen Componente* untersucht. Er legte einen cylindrischen Magnetstab von ebenfalls 12,5 Millim. (5,5 Lin.) Durchmesser und 603 Millim. (22,0 [illegible]) Länge in die Verlängerung des Meridians der Nadel [illegible] 14 Millim. (6,2 Lin.) Länge, die, sich selbst überlassen, 100 Schwingungen in 2′ 38″,4 vollendete. Der Stab war bis zur Sättigung magnetisirt und wurde in einem Abstande von 14 Centimeter (5,2 Zoll) vom Centrum der Nadel das eine Mal im Süden, das andere Mal im Norden ihres Meridians gelegt, dergestalt, daſs sein Nordpol selbst nach Norden gerichtet war, wie die Nummern I und II der Figur bezeichnen. Fig. 130. In der ersten Lage (I) bedurfte die Nadel zu 100 Schwingungen 52″,8, in der zweiten (II) 52″,6, woraus Kupffer die Kraft zu 3,1885 und 3,2157 berechnet. Kehrte man den Stab um, so daſs in beiden Lagen sein Südpol nach Norden gerichtet war (wodurch dann auch die Nadel umgekehrt wurde), so wurde jene Zeit auf 30″,8 und 30″,4 für 100 Schwingungen gebracht, was nach Kupffer den Kräften 3,0339

und 3,1037 entspricht. Die Kraft des Stabes war also grö-fser, wenn sein Nordpol nach Norden gerichtet war, als in der entgegengesetzten Stellung. Sein Indifferenzpunct stand nur um 1 Millim. nach dem Südende von der Mitte ab. Mehrere Versuche zeigten, dafs er immer der Mitte näher rückte, wenn der Stab sich in seiner natürlichen Lage gegen die Weltgegenden (d. h. sein Nordende nach Norden gerichtet) befand, als in umgekehrter Richtung.

Die Aufmerksamkeit des nordischen Physikers wandte sich auch einer andern Aufgabe zu, die schon oben beim Art. *Ausbreitung des Magnetismus* zur Sprache kam, nämlich die Stelle zu bestimmen, wo der *Mittelpunct der magnetischen Kräfte* an einem Stabe sich befindet. Lambert wurde durch die Entwickelung seiner Versuche dahin geleitet, denselben aufserhalb seines Stabes anzunehmen, und Kupffer findet bei stark magnetisirten Stäben dasselbe. Ein Versuch hatte ihn überzeugt, dafs die Wirkungen des Stabes bei 10 und 14 Centimeter Entfernung vom Centrum der Nadel fast genau im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate dieser Entfernungen standen. Setzt man die letztern = d und d', die in denselben durch die Schwingungen der Nadel gefundenen Kräfte = f und f' und den Abstand des magnetischen Schwerpunctes vom Ende der Nadel = α, so ist für einen Versuch in der Entfernung d die Kraft $f = \frac{c}{(d+\alpha)^2}$ und in der Entfernung d' wird $f' = \frac{c}{(d'+\alpha)^2}$, wobei c eine für einen gegebenen Stab geltende constante Gröfse bedeutet. Sie ist also auch

$$= f.(d+\alpha)^2 = f'.(d'+\alpha)^2$$

und es ist

$$\sqrt{f}.(d+\alpha) = \sqrt{f'}.(d'+\alpha), \text{ daher } \alpha = \frac{d'\sqrt{f'} - d\sqrt{f}}{\sqrt{f} - \sqrt{f'}}.$$

Bei stark wirkenden Magneten, wo der Unterschied der Kräfte für zwei gegebene Distanzen bedeutender wird, kann das zweite Glied des Zählers gröfser ausfallen und dann wird α negativ, d. h. der Concentrationspunct der magnetischen Kräfte fällt *aufserhalb* des Stabes. Bei schwach magnetisirten Nadeln hingegen wird α positiv und ziemlich grofs. Beides bestätigt sich durch folgende Versuche.

Ein cylindrischer Stab von Gufsstahl, ganz dem obig

lich, wurde an seinem Ende mit dem Nordpole eines stärkern Magnets in Berührung gebracht, um ihm einen sehr schwachen Magnetismus mitzutheilen. Der Indifferenzpunct desselben stand nur um 8,8 Centim. vom Südpole ab. Er wurde nun dergestalt in die Richtungslinie der Nadel gelegt, dafs sein Südpol dem Südpole der Nadel gegenüber stand. Bei 14 Centim. Abstand seines Südendes vom Centrum der Nadel machte diese 5′ 0″,0 Zeit, um 100 Schwingungen zu vollenden, bei 10 Centim. nur 3′ 46″,4, wobei sie sich umdrehte. Die diesen Schwingungszeiten entsprechenden Kräfte 0,2874 und 0,5936 geben $a = -0{,}85$ Centim.

Der Stab wurde dann auf die Nordseite der Nadel gebracht, ohne seine Lage gegen die Weltgegenden zu ändern, so dafs sein Nordpol dem Nordpole der Nadel gegenüber stand. Diese machte nun ihre 100 Schwingungen in 2′ 44″,4 bei einem Abstande von 14 Centim. und in 2′ 46″,8 bei 10 Centim. Dieses giebt $f = 0{,}0286$ und $f' = 0{,}0391$, daraus $a = +13{,}83$. Als der Stab umgekehrt wurde, so dafs sein Nordpol nach Norden lag, zeigte sich die Kraft seines Südpols in den genannten Abständen $= 0{,}2959$ und $0{,}6015$, die seines Nordpols $= 0{,}0320$ und $0{,}0555$; für den erstern wird $a = -0{,}59$, für den letztern $= +2{,}62$. Bei einem andern Versuche, wo der Indifferenzpunct um 9,0 Centim. vom Südende abstand, fand sich $a = -0{,}60$ für den Südpol und $= +11{,}42$ für den Nordpol des Stabes.

Je weiter also der Indifferenzpunct von der Mitte des Stabes absteht, desto gröfser ist auch der Werth von a, er *ist negativ am stärkern Pole*, dem der Indifferenzpunct näher liegt, und *positiv* am andern Ende[1].

Kupffer benutzt diese Erfahrungen, um einige Anomalieen zu erklären, die Barlow am *glühenden Eisen* bemerkt hatte. Bei höchst schwachen Magnetismen rücken dem Gesagten zufolge die Indifferenzpuncte sehr nahe nach den Enden des Stabes hin. Da nun die magnetische Kraft, welche ein Stab

1 Schon Michell wufste, dafs der Punct des Maximums in stärkern Magneten dem Ende näher lag, als in schwächern, daher er bei Compafsnadeln besonders auf starke Magnetisirung dringt, weil mit der gröfsern Entfernung der Pole vom Mittelpuncte auch die Richtungskraft der Nadel zunehme.

von der Erde erhält, beim Hellrothglühen Null, beim Dunkelrothglühen aber im Maximum ist, so bildet sich bei diesem Uebergange ein Indifferenzpunct an *jedem Ende* der Nadel. So wie also die Prüfungsboussole die Endpuncte überschritten hat, trifft sie auf Stellen, die schon jenseit des Indifferenzpuncts liegen, und deren Magnetismus mithin der Gegensatz desjenigen am Ende des Stabes ist, und dieses Verhalten nimmt zu, je mehr man sich der Mitte nähert. Allein bei fortgehender Erkältung verstärkt sich der Magnetismus des Stabes, der Indifferenzpunct nähert sich der Mitte, jene entgegengesetzten Polaritäten verschwinden und alles kehrt in das Geleise der gewöhnlichen Erscheinungen zurück.

Ueber den Einfluſs, den die *Gestaltung* der Enden eines Stahlstabes auf seine magnetische Kraft habe, hat Kupffer einige Versuche angestellt, die mit den frühern Coulomb's in einigem Widerspruche zu stehn scheinen. Bei seiner Untersuchung über die vortheilhafteste Form der Compaſsnadeln hatte der französische Physiker gefunden, daſs ein rautenförmiges Stahlblech ein gröſseres magnetisches Moment habe, als ein Rectangel von gleichem Gewicht, Länge und Dicke. Kupffer spitzte das Ende eines weichen Stahlcylinders von 43 Centim. (15,9 Zoll) Länge und 12½ Millim. (5½ Lin.) Durchmesser, das vorher abgerundet worden war, allmälig zu, magnetisirte ihn jedesmal bis zur Sättigung und prüfte nach obiger Weise seine magnetische Kraft. Sowie die Spitze des Poles mehr heraustrat, verminderte sich seine Kraft, der Indifferenzpunct entfernte sich immer mehr von diesem Ende und der Werth von a, der anfangs negativ war, nahm ab, wurde Null und ging auf die entgegengesetzte Seite über, so daſs als der Konus am Ende dieses Stahls die Höhe von 16 Millim. (bei 12½ Millim. Durchmesser der Basis) erreichte, $a = +0$ Centim. wurde.

In den Philosophical Transactions vom J. 1828 finden sich einige Versuche von Christie über die Vertheilung des Magnetismus in Stahlstäben, die er jedoch vorzüglich in der Absicht angestellt hatte, um diese Vertheilung in *unregelmäſsig magnetisirten* Stäben kennen zu lernen. Zwei Stäbe I und II, die 8,92 engl. Zoll lang, 0,16 Z. breit und 0,0[illegible] dick waren, gaben für die Lage des Indifferenzpunctes und der Stellen des Maximums folgende Data.

	Stelle des Südpols.	Stelle d. Nordpols.	Indifferenzpunct.
I	0,72 Z. v. Ende	0,49 Z.	3,32 Z. v. d. Mitte nach dem Nordpol hin
II	0,62 Z. —	0,60 Z.	2,22 Z. nach d. Südpole.

Stäbe waren weich, durch den Doppelstrich, doch nicht Sättigung, magnetisirt. Bei Stab I scheint der Nordpol, II der Südpol stärker gewesen zu seyn; in beiden lag der Indifferenzpunct nach dem stärkern Pole hin.

Bei einem andern Versuche wurden 3 Stäbe angewendet, mit A, B und C bezeichnet waren. Sie hatten 6,01 Zoll Länge und 0,52 Z. Breite. Zur Untersuchung diente eine Nadel P' von 1,03 Zoll Länge und 0,19 Z. Breite, die Gran wog. Sie war mit einem 6 Zoll langen Streifen Glimmerglas (*Mica*) versehen und spielte auf der Spitze eines Compasses. Jeder Stab wurde in der Richtung von Ost und West vor der Nadel P in 1½ Zoll Abstand von ihrem Centrum vorbeigezogen und die Stellen desselben bemerkt, wo keine Ablenkung vom Meridiane erlitt. Dieses konnte in den Fällen statt finden, wenn der Indifferenzpunct die beiden Pole durch den Meridian der Nadel gingen. erhielt folgende Werthe:

Stab.	Südpol vom Ende	Indiff. von d. Mitte	Nordpol v. Ende	Zeit von 10 Schwingungen.
A	0,57 Z.	0,00	0,58 Z.	34″,10
B	0,61	0,04 N	0,58	32,75
C	0,65	0,07 S	0,53	32,70

Die Stäbe waren sämmtlich durch den Doppelstrich sorgfältig magnetisirt worden, was auch aus der gleichen Vertheilung der Polaritäten in denselben ersichtlich ist. Mit dem Stab A wurde später noch ein besonderer Versuch angestellt, um die specielle Vertheilung des Magnetismus zu erforschen. Dies geschah nach COULOMB's Methode. Eine kleine Nadel von 0,72 Zoll Länge, 0,15 Z. Breite und 1,25 Gran Gewicht wurde an einem einfachen Seidenfaden aufgehängt; sie war höchst gehärtet und stark magnetisirt, damit der Stab ihr keine grössere Kraft mittheilen sollte. Ihr Centrum war während des Versuchs in dem gleichförmigen Abstande von 1,63 Z. von der Axe des Stabes. Um der Schnelligkeit ihrer

Schwingungen entgegenzuwirken, hatte man eine dünne S von Mica daran befestigt und sie befand sich im No . genau vertical gestellten Stabes, dessen Südpol niederw kehrt war. Die Schwingungszeiten wurden aus zwe achtungsreihen bestimmt, die nur ein Paar Zehntels von einander abwichen. Sich selbst überlassen bedu Nadel 121″,4, um 100 Schwingungen zu machen. Je lung wurde bei einer Schwingungsweite von 45° an und bis 0° fortgesetzt. Die Resultate finden sich in f. Tabelle, in welcher die südliche Polarität mit +, die i che mit — bezeichnet ist.

Abst. v. d. Mitte des Stabes.	Zeit v. 100 Schwingungen.	Intensität im Stabe A	Abst. v. d. Mitte des Stabes	Zeit v. 100 Schwingungen.	Int im
+ 2,99 Z.	43″,3	+ 6,88	— 0,05	120″,1	+
2,80	40,8	7,85	0,08	129,2	—
2,60	39,8	8,30	1,80	47,3	
2,40	39,3	8,57	2,00	46,2	
2,20	39,3	8,57	2,20	45,9	
2,00	39,5	8,47	2,43	45,6	
1,80	40,1	8,17	2,60	45,8	
0,00	108,6	0,25	2,80	48,1	
— 0,03	115,6	+ 0,10	— 2,99	50,2	—

Hier kommt der Südpol auf 0,7 Z., der Nordpol vom Ende zu stehn; der Indifferenzpunct liegt 1,05 der Mitte nach dem Nordende hin. Offenbar wurde Theil der südlichen Polarität des Stabes durch die V des Erdmagnetismus gebunden, dennoch war sie am P noch stärker, als die nördliche Kraft des Magnetstabes de, dafs Christie den Magnetismus des Stabes nicht umgekehrter Lage untersucht hat, auch fehlen die Ang beiden Seiten in der Mitte des Stabes von 0,00 bis 1,

Seine übrigen Untersuchungen beschäftigen sich sächlich mit den Störungen, welche die Vertheilung gnetismus in einem Stahlstabe erleidet, wenn derselb der Magnetisirung durch den Doppelstrich, von der M mit dem gleichnamigen Ende eines andern Magnetes Fig. 131. chen wird. Die Zeichnung versinnlicht die Aenderung che durch dieses Verfahren in der Lage der beiden P des Indifferenzpunctes an den Stäben I und II bewirkt w

nd S sind die Pole, C die Mitte des Stabes, O der Indifferenzpunct, a giebt die Stellen jener Puncte an, wenn beide durch den Doppelstrich magnetisirt worden sind, b zeigt nämlichen Puncte, wenn der gleichnamige Pol eines zwölfligen Magnets einmal schnell von der Mitte C nach den Enden, in der Figur zur Rechten liegen, geführt worden war, und wenn diese Operation zweimal ausgeführt wurde.

Dadurch also, dafs der Pol eines andern Magnetstabes er die gleichnamigen Hälften der Stäbe I und II von 8,92 ll Länge einmal schnell hinüber geführt wurde, erlitt die strichene Hälfte eine merkliche Schwächung ihrer Polarität, d der Indifferenzpunct rückte dem andern stärkern Pole näer, ja sogar bei einem zweimaligen Bestreichen wurde der strichene Pol noch weiter, selbst bis jenseit der Mitte zurückgetrieben, so dafs sich am bestrichenen Ende diejenige larität aufstellte, die der Streichmagnet nach der gewöhnlien Ordnung erzeugen mufste, und zwei Indifferenzpuncte bildet wurden.

Christie hat noch mit zwei solchen gestörten Magnetstäben B und C nach Coulomb's Methode Beobachtungen anstellt, um die Anordnung des Magnetismus in ihrem Innern prüfen. Allein da diese Reihen gleich derjenigen, die für den Stab A mitgetheilt wurde, sehr lückenhaft sind, unterlassen wir ihre Mittheilung. Einzig geht daraus her-, dafs bei einer solchen einseitigen Störung des Magnets nur die Polarität des bestrichenen Endes, sondern auch gleich die andere eine bedeutende Schwächung (etwa bis die Hälfte) erleide. Jener hier bestätigte und oben auch Kupffer gefundene Satz, dafs, *je stärker die Polarität, to näher ihr der Indifferenzpunct liege*, hat also nur eine tive Bedeutung, die blofs für einen gegebenen Stab gilt, l es folgt daraus keineswegs, dafs die gröfste magnetische nsität am meisten zusammengedrängt sey, sondern sie scheint mehin eines gewissen Raumes zu bedürfen, der mit der erfläche des Stabes, namentlich mit dem Verhältnisse seiner ke und Länge, in Verbindung steht. — Schon aus theoretischen Gründen sind wir zu der Annahme berechtigt, dafs Quantum der beiden Polaritäten in einem Stabe sich gleich , mithin durch die Schwächung des einen Pols auch der dere an Intensität verliere. Der Magnetismus des letztern

wird dem gemäfs einen geringern Raum ausfüllen, wä
dem er beim erstern, dessen magnetische Festhaltung (
citivkraft, *retention*) durch eine äufserliche Gewaltthät
vermindert worden ist, sich mehr ausbreitet und zerstre
er es im weichen Eisen thun würde. Dieses geht au
Christie's Beobachtungen hervor, in welchen die In
der bestrichenen Hälfte auf eine Länge von mehr als
Zoll sich gleich blieb. Man sollte hieraus vermuthen,
durch jene anomale Bestreichung des eines Pols nich
Gleichgewicht der beiden Magnetismen aufgehoben w
sey, sondern dafs nur in der Art ihrer Vertheilung im
stabe eine Ungleichheit eingetreten sey, vermöge welch
nicht zerstörte Magnetismus in dem einen Schenkel sich
zerstreut und verbreitet, in dem andern aber im Verh
seiner Verminderung bei gleicher Spannung in einen k
Raum zurückbegeben habe. Das Gleichgewicht erforder
nach, dafs die *magnetischen Massen*, *als Producte*
tensität mit dem Raum, *den sie einnehmen*, *einander*
seitig gleich seyen, und wirklich scheinen Christie's
achtungen dieses wenigstens für den Punct des Maxim
bestätigen, indem der Abstand desselben vom Indi
puncte multiplicirt mit seiner Intensität in beiden Hälft
das gleiche Product giebt. Man erhält nämlich
Christie für den Stab B die Producte 8,9 und 9,2
den Stab C 8,7 und 8,8; am ungestörten Stabe A 1
18,5.

Noch sind hier die Versuche zu erwähnen, welche
stie über die Beharrlichkeit der einmal in einem Ma
hervorgebrachten Störung angestellt hat; er magnet
5. Nov. 1827 die erwähnten Stäbe I und II mit den
pelstriche und überfuhr am nämlichen Tage ihre eine
mit dem 12zolligen Magnete, nachher bewahrte er sie
nem Orte, wo nichts ihren Magnetismus stören konnte.
Erfolg zeigt nachstehende Tafel.

Abstände von der Mitte des Stabes.

Magnet.	Südpol	Indiff.-Punct	Nordpol	Tag d. Beobacht.
..gestörter Magnetis-..m.	3,75 Z.	6,48 N.	3,80	5. Nov. 1827.
..rt am ..dpole.	4,06	1,49 S.	2,73	5. Nov.
	4,10	1,31	2,84	12. Dec.
	4,12	1,33	2,86	23. April 1828.
	4,12	1,32	2,86	14. Mai.
..gestör-..m Magne-..mus.	3,73	0,01	3,76	5. Nov. 1827.
..t am ..dpol.	2,64	1,52	4,05	5. Nov.
	2,67	1,47	4,07	12. Dec.
	2,75	1,45	4,05	23. April 1828.
	2,82	1,37	4,05	14. Mai.

Man sieht, dafs in diesen zwei Stäben, obgleich sie kei-..s hart waren, indem sie leicht von der Feile angegrif-..n wurden, nur anfänglich einiges Bestreben vorhanden war, ..n gestörten Magnetismus wieder herzustellen, dafs aber vom ..ecember bis Mai alles in seinem Zustande blieb.

Schon oben, als von der Wirkung des Magnets in die ..rne die Rede war, wurden Hansteen's Forschungen über ..e Verbreitung des Magnetismus im Innern der Stäbe in An-..ndung gebracht, aus welchen hervor ging, dafs die Vor-..setzung, welche die Intensität nach den Quadraten der Ab-..nde vom magnetischen Mittelpuncte zunehmen läfst, mit ..r Erfahrung am besten übereinstimme. Die Versuche, die ..r Bestätigung der Theorie beigebracht wurden, waren ..ch nicht ganz so geeignet, den Werth des Exponenten ..s Abstandes vom Centrum des Stabes, der in der Differen-..lformel für die Gesammtwirkung der magnetischen Kräfte ..s Stabes durch r bezeichnet war, aufser Zweifel zu setzen. ..nsteen bemühte sich demnach, durch Versuche von an-..rer Einrichtung der Entscheidung dieses Punctes näher zu ..mmen.

An einem Gestelle ABC war eine englische Goldwaage Fig. 132. ..ehängt, von deren einer Schale N ein kleiner Magnetstab ..0, an einem Drahte befestigt, herabhing. Ein anderer Ma-..t war an dem 2 Ellen langen Schieber EF, der im Fufs-

brete des Gestelles bei H durch Reibung auf- und niederl wegt werden konnte, befestigt. Durch ein Gegengewicht der Schale M war die Schwere des Magnets PO ausgeg chen, und so wurde auch bei den Versuchen durch Gewich die man, je nachdem es um Anziehung oder Abstofsung zw schen beiden Magneten zu thun war, bald in M, bald in legte, das Gleichgewicht jederzeit hergestellt. Zur genau Abwägung hatte man ein Stück Goldzieherdraht, das gena Gran wog, in 10 gleiche Theile und von diesen einige n in die Hälfte zerschnitten, so dafs man Zwanzigstel Gr erhielt. Der Schieber war in halbe Magnetaxen oder ha Längen des Magnets PO mit ihren Unterabtheilungen ein theilt. PO selbst war 5,6 Zoll lang, 5,5 Lin. breit und Lin. dick.

In der im vorigen Abschnitte (*Anziehung in der Entfe nung*) gegebenen Entwicklung hatte Hansteen gezeigt, d wenn x die halbe Magnetlänge, a die Entfernung eines a fserhalb des Magnets in der Verlängerung seiner Axe liege den Punctes von der Mitte bezeichnet und r das Gesetz a drückt, nach welchem der Magnetismus sich im Innern d Stabes, t dasjenige, nach welchem er sich aufserhalb a breitet, sich die Gesammtwirkung K des Stabes durch Formel

$$K = m\,n\left(\int\frac{x^r\,dx}{(a-x)^t} - \int\frac{x^r\,dx}{(a+x)^t}\right)$$

ausdrücken läfst, in welcher m und n die einer jeden M gnethälfte zustehende magnetische Kraft darstellen; oder we F die Function der Entfernung a der Mittelpuncte zweier M gnete und der halben Magnetlänge x bezeichnet, so $K = m\,n\,.\,F$. Die Integration der obigen Formel und i Entwicklung in Reihen führt auf folgende zwei Ausdrücke, welchen der Exponent $r = 1$ oder $= 2$ gesetzt wird:

für $r = 1$

$$K = 2\,m\,n\left\{\frac{3.2^2}{5.6}\cdot\frac{x^6}{a^4} + \frac{5.2^4}{7.8}\cdot\frac{x^8}{a^6} + \frac{7.2^6}{9.10}\cdot\frac{x^{10}}{a^8} + \ldots\right\}$$

für $r = 2$

$$K = 2\,m\,n\left\{\frac{3.2^2}{7.8}\cdot\frac{x^8}{a^4} + \frac{5.2^4}{9.10}\cdot\frac{x^{10}}{a^6} + \frac{7.2^6}{11.12}\cdot\frac{x^{12}}{a^8} + \ldots\right.$$

Setzt man $x = 1$, so wird nach der ersten Formel

$$K = mn\left\{\frac{4}{5a^4} + \frac{5.4}{7.a^6} + \frac{7.64}{9.5a^8} + \ldots\right\}$$

und nach der zweiten

$$K = mn\left\{\frac{3}{7a^4} + \frac{16}{9a^6} + \frac{7.32}{3.11a^8} + \ldots\right\}$$

Setzt man nun das Gewicht von Granen, welches der Anziehung oder Abstofsung beider Magnete bei einer gewissen Entfernung a ihrer Mittelpuncte das Gleichgewicht hält, $= p$, so ist $p = K = mn.F$, und da mn eine beständige Gröfse ist, so mufs K mit F proportionirt seyn, d. h. in einerlei Verhältnifs zu- und abnehmen. Es ist also $p = mnF$ und $mn = \frac{p}{F}$, d. i. $\frac{p}{F}$ mufs einen constanten Quotienten geben. Mit Hülfe dieses letztern kann man die nach der Formel berechneten Werthe von K denjenigen von p conform machen und so das Ergebnifs der beiden Annahmen von r mit der Erfahrung vergleichen. Folgende zwei Tafeln geben die Resultate des Versuchs und diejenigen der Rechnung für die beiden Voraussetzungen von r.

Für $r = 1$.

a = Abstand d. Mittelp.	Gewicht p. Anzieh.	Gewicht p. Abstofs.	p Mittel	Function F	mn = p : F	p = mn F berechnet	Diff.
	Gr.	Gr.					
4,0	0,15	0,15	0,15	0,00401	37,396	0,165	— 0,01
3,5	0,20	0,30	0,25	0,00751	33,291	0,309	— 0,06
3,0	0,50	0,55	0,52	0,01629	31,988	0,671	— 0,15
2,8	0,85	0,85	0,85	0,02375	35,795	0,976	— 0,13
2,6	1,50	1,50	1,50	0,03679	40,773	1,516	— 0,02
2,5	1,95	2,05	2,00	0,04732	42,366	1,949	+ 0,05
2,4	2,70	2,60	2,65	0,06280	42,167	2,587	+ 0,06
2,3	4,55		4,55	0,08704	52,276	3,586	+ 0,96
2,2	7,10		7,10	0,13033	54,601	5,356	+ 1,54

Für r = 2.

p Mittel	Function F	mn = p : F	p = mn F berechnet	Di[illegible]
0,15	0,00225	66,773	0,152	[illegible]
0,25	0,00375	66,690	0,255	[illegible]
0,52	0,00949	54,786	0,645	— [illegible]
0,85	0,01408	60,358	0,957	— [illegible]
1,50	0,02238	67,027	1,518	— [illegible]
2,00	0,02925	68,373	1,988	+ [illegible]
2,65	0,03966	66,810	2,699	+ [illegible]
4,55	0,05666	80,318	3,850	+ [illegible]
7,10	0,08818	80,520	5,993	+ 1.

In der ersten Columne befinden sich die Abstände a Mittelpuncte beider Magnete, die zweite und dritte zeigen Zahl von Granen an, welche in die eine oder andere S. gelegt werden mufsten, um der Anziehung oder Abstofsung Gleichgewicht zu halten, in der vierten findet man das ar metische Mittel aus beiden. Die fünfte Columne giebt Werthe der Function F nach den vorstehenden Formeln rechnet, oben für r = 1, unten für r = 2. In der sech ist $mn = \frac{p}{F}$ enthalten; das Mittel aus den neun Bestimmungen ist für r = 1 die Zahl 41,184[1], für r = 2 die 67,962. Mit diesen Werthen sind in der siebenten Colu die Gewichte für beide Fälle bestimmt, und die achte s ihre Vergleichung mit den beobachteten dar.

Ein Blick auf dieselbe setzt es aufser Zweifel, dafs Formel für r = 2 der Wahrheit näher komme, wenn sie gl für Abstände unter 2,4 auch nicht ganz der Beobachtung s anzupassen vermag. Dieses mag zum Theil vom Versuc selbst herrühren, denn da in so geringen Entfernungen Anziehung stark zunimmt, so ist es schwieriger, wenn den schnellen Gewichtsveränderungen die Waage in eini Schwanken geräth, die Abstände mit der gehörigen Sch fest zu halten, wodurch dann leicht die Gewichtsangaben

1 Die hier gegebenen Werthe der siebenten Spalte für r = weichen von Hansteen's Angaben merklich ab. Hansteen hatte h nur das Mittel aus den vier ersten Bestimmungen von mn genomm das nur 34,62 beträgt, bei der zweiten Tafel wurde das Mittel aus len angewendet; es schien mir aber nothwendig, für beide Fälle d gleiche Verfahren zu befolgen.

grofs ausfallen. Stärkere Magnetstäbe, überhaupt eine Vergröfserung des ganzen Apparats dürfte hier von wesentlichem Vortheil seyn.

Hansteen machte noch einen zweiten Versuch mit zwei gleichen Magnetstäben, die Oersted zugehörten; sie waren um 1 Zoll kürzer, als die vorhin gebrauchten, aber viel kräftiger, die Entfernung ihrer Mittelpuncte wurde ebenfalls nach einer Eintheilung bestimmt, die auf eine halbe Magnetlänge 10 Theile in sich fafste. Bei den gröfsern Entfernungen wurden die Abwägungen, sowohl in der Anziehung als in der Abstofsung, mehrere Male wiederholt.

Für r = 1.

Abst. der Mittelp.	Gewicht der Anziehung	Gewicht der Abstofs.	p Mittel	Function F	m n =p: F	p = m n F berechnet	Diff.
	Gr.	Gr.					
5,0	0,212	0,267	0,236	0,00149	157,92	0,236	0,000
4,5	0,337	0,350	0,343	0,00237	144,87	0,374	— 0,031
4,0	0,602	0,600	0,601	0,00401	149,93	0,633	— 0,032
3,5	1,120	1,125	1,122	0,00751	149,48	1,185	— 0,063
3,0	2,570	2,700	2,622	0,01629	160,93	2,573	+ 0,049
2,8	3,877	3,810	3,844	0,02375	161,87	3,750	+ 0,094
2,7	4,867	4,550	4,788	0,02928	163,48	4,624	+ 0,164
2,6	6,665	5,700	6,343	0,03679	172,43	5,809	+ 0,534
2,5	8,20.	7,60.	7,900	0,04732	160,19	7,471	+ 0,429
2,4	11,7..	10,7..	11,200	0,06280	178,35	9,916	+ 1,284
2,3	17,4..	15,0..	16,200	0,08704	186,12	13,743	+ 2,457
2,2	31,30.	22,8..	27,050	0,13033	207,55	20,579	+ 6,471
2,1	70,30.	37,8..	54,050	0,22032	235,70	36,209	+ 17,841

Für r = 2.

p Mittel	Function F	m n =p: F	p = m n F berechnet	Diff.
0,236	0,00085	277,13	0,235	+ 0,001
0,343	0,00130	263,47	0,359	— 0,016
0,601	0,00225	267,71	0,620	— 0,019
1,122	0,00375	299,30	1,034	+ 0,088
2,622	0,00949	276,25	2,619	+ 0,003
3,849	0,01408	272,95	3,885	— 0,041
4,788	0,01756	272,60	4,845	— 0,057
6,343	0,02238	283,45	6,174	+ 0,169
7,900	0,02925	270,07	8,070	— 0,170
11,200	0,03967	282,36	10,943	+ 0,257
16,200	0,05667	285,96	15,633	+ 0,567
27,050	0,08818	306,77	24,337	+ 2,713
54,050	0,22626	238,89	62,421	— 8,371

Der mittlere Werth von $mn = \frac{P}{F}$ ist hier für beide Fälle aus den 9 ersten Abwägungen (von a = 5,0 bis a = 2,5) im Mittel 157,90 für r = 1 und 275,88 für r = 2 gesetzt. Man sieht, dafs die letztere Formel auch hier mit den Beobachtungen besser übereinstimmt, indem die Zeichen ihrer Fehler abwechseln und mit Ausnahme der zwei letzten Abwägungen nur 3 Procent des Gewichts betragen. Die grofse Ungleichheit zwischen den Kräften der Anziehung und Abstofsung in diesen beiden (8,5 und 32,5 Gran) macht es allerdings zweifelhaft, ob ihr arithmetisches Mittel der reinen Wirkung der magnetischen Kräfte in dieser Nähe entspreche. Auch hier tritt ein, was schon Musschenbroeck und Dalla Bella bemerkten, dafs durch die gegenseitige Einwirkung der Pole in geringen Entfernungen die Anziehung über das gewöhnliche Mafs vergröfsert, die Abstofsung verringert wird.

Uebrigens bemerkt Hansteen sehr richtig, dafs die Gröfsen m und r, von denen die eine die absolute Kraft eines Magnets, die andere das Gesetz ihrer Ausbreitung im Innern desselben bezeichnet, genau genommen nicht als beständige Gröfsen angesehn werden können. So müfste nach den obigen Formeln die Anziehung eines Magnets auf das an sich unmagnetische Eisen, in welchem also m = 0 ist, ebenfalls = 0 seyn, wie dieses bei Holz und Stein und allen unmagnetischen Stoffen der Fall ist. Gleichwohl durchläuft dieses, wenn es einem Magnete genähert wird, alle Grade von Magnetismus von 0 bis m, welchen letztern Werth es bei der Berührung selbst erhält. Diese Formeln sind also auf die Anziehung des weichen Eisens nicht anwendbar, und wahrscheinlich richten sich die Veränderungen von m und r nach einem höhern Gesetze, in welchem sie als Functionen des Abstandes a erscheinen. Allein dieses möchte sich in nahen Abständen als sehr verwickelt zeigen, während dem sein Einflufs bei gröfsern Entfernungen unfühlbar wäre.

Die Vermuthung, dafs r nicht unter 2 seyn könne, wird auch noch durch directe Versuche von Steinhäuser, der mit der Erforschung des Magnetismus sich so vielfach beschäftigt hat, dargethan [1]. Er bestimmte nämlich die Anziehung ver-

1 De Magnetismo telluris; Comment. math. phys. Sect. I. p. 24.

schiedener Magnete auf ein Stück Eisen, das längst ihrer Seite bewegt wurde, in verschiedenen Abständen vom Mittelpuncte durch directe Abwägung. Folgendes sind die Resultate, bei welchen die Entfernungen vom Mittelpuncte in Zehntheilen der Halbaxe und die Gewichte in $\frac{1}{12}$ Unze angegeben sind.

Magnet A.				Magnet B.			
Abstand vom Mittelp.	Anziehung				Anziehung		
	Nordp.	Südp.	Mittel.	Abstand	Nordp.	Südp.	Mittel.
2	5	4	4,5	2	27	24	25,5
4	14	20	17,0	4	53	188	120,5
6	40	47	43,5	6	236	260	248,0
8	63	65	64,0	8	400	378	389,0
10	104	102	103,0	10	624	684	654,0

Es bedarf nur eines leichten Ueberblicks, um zu sehn, dafs die Anziehungen sich sehr nahe wie die Quadrate der Abstände vom Mittelpuncte des Stabes verhalten, indem die Zahlen 4, 16, 36, 64, 100 nur wenig von den wirklichen Angaben für den Magnet A und von den um etwa 15mal vergröfserten Werthen für B, nämlich 3,9; 18,5; 38,2; 58,4; 100,5, abweichen. Die Unterschiede sind geringer, als die Ungleichheit, welche der Beobachtung zufolge an einigen Stellen zwischen der Anziehung des Nordpols und des Südpols statt finden soll. Es ergiebt sich also auch aus diesen Versuchen, sowie aus den Berechnungen Hansteen's, dafs die Zunahme der magnetischen Kraft im Innern der Stäbe nicht, wie die frühern Physiker voraussetzten, im einfachen Verhältnisse der Entfernungen vom Indifferenzpuncte statt finde, wobei es noch genauern Versuchen vorbehalten bleibt, zu entscheiden, ob die Natur das genaue Verhältnifs einer quadratischen Fortschreitung, wie die zuletzt angeführten Versuche zu verrathen scheinen, oder das von Biot angegebene Gesetz, oder ein anderes mehr zusammengesetztes befolge.

XI. Die magnetische Curve.

Dafs der Magnet kleine Partikeln von Eisen (Eisenfeilicht) anziehe und sie in gewissen Richtungen und Formen um sich

anordne, war schon den Alten bekannt. Diefs beweist folgende Stelle des Lucretius [1].

Exsultare etiam Samothracia ferrea vidi,
Et ramenta simul ferri furere intus ahenis
In scaphiis, lapis hic Magnes cum subditus esset,
Usque adeo fugere a saxo gestire videtur.
Aere interposito, discordia tanta creatur.

Sie kannten also nicht nur das Aufstehen der Eisentheile im Wirkungskreise des Magnets, sondern auch, dafs diese Wirkung durch feste Körper, wie z. B. Erz, hindurch drang. Dennoch blieben ihnen die eigentlichen magnetischen Figuren verborgen, weil die Kunst des Experimentirens, als etwas Handwerkliches, bei ihnen nicht in Ehren stand. Dieses erfordert auch, um gut zu gelingen, einige Sorgfalt. Die Fläche, welche man über den Magnet legt, mufs sehr glatt seyn; am besten taugt dazu eine Glastafel oder steifes geglättetes Papier; das Eisenfeilicht mufs ziemlich gleichförmig und nicht zu grob seyn; es mufs aus einem porösen Beutel oder einem feinen Siebe frei zertheilt auf die Fläche fallen und diese mufs von Zeit zu Zeit durch kleine Erschütterungen, Schläge oder Stöfse so in Bewegung versetzt werden, dafs diejenigen Partikeln, die noch keine bestimmte Lage erhalten haben, während des Aufspringens vom magnetischen Strome ergriffen
Fig. werden können. Figuren dieser Art sind in den Zeichnungen
133. dargestellt. Bei Gilbert [2] kommen sie noch nicht vor, aber
bis
137. La Hire beschäftigte sich damit, und Musschenbroeck [3] führt ihrer mehrere an; am ausführlichsten finden sie sich in einem im J. 1753 zu Strafsburg erschienenen Werke: *Description des courants Magnetiques dessinés d'après nature en XV. planches etc. par Mr. B**** (Bazin) in 4. Der Verfasser glaubte, wie noch andere Physiker seiner Zeit, dem Geheimnifs der magnetischen Wirkungen, die wir (nach seinem Ausdrucke) „wie die Blinden die Sonne" geniefsen, durch mannigfache Umgestaltung dieses Versuchs näher zu kommen. In dreifsig Zeichnungen stellt er die Wirbel (*tourbillons*) dar, die sich bei magnetischen Stäben, einzeln und in Verbindung,

1 Lib. VI. v. 1042.
2 Tract. de Magnete.
3 Dissert. de Magnete.

bei Hufeisen- und kreisförmigen Magneten ergeben. Die Haupterscheinung ist diese. Die Enden eines Magnetstabes oder Hufeisens sind längst ihrer Kanten mit Zügen von Eisenfeilicht umlagert, dessen Richtung gerade auf den Pol oder den magnetischen Condensationspunct NN, SS (einige Linien innerhalb des Stabes) zugeht. Im Parallel desselben stehen sie senkrecht auf die Axe des Stabes, biegen sich dann allmälig nach seiner Mitte hin und bilden um dieselbe einen fast kreisförmigen Schwung AA, so dafs die Mitte selbst oder der eigentliche Indifferenzpunct leer bleibt. Diese Ausstrahlungen erstrecken sich bei Stäben von 6 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ Zoll Breite nur auf etwa $\frac{1}{4}$ Zoll von der Kante des Stabes. Die Stellen, die zwischen A und N oder A und S liegen, sind daher nicht vermögend, sich in eine zusammenhängende Curve um A zu vereinigen, sondern es erscheint daselbst nur der Anfang dieser Curve. Dieses sind die Erscheinungen an einem einzelnen Stabe. Werden zwei Stäbe einander insoweit genähert, dafs ihre Wirkungskreise sich berühren, so geht bei dem Begegnen freundschaftlicher Pole die Ausstrahlung ebenfalls in die magnetische Curve über. Stehen sich aber die gleichnamigen *Pole* entgegen, so treiben die Strahlenbüschel sich gegenseitig ab. Begreiflich ist diese Darstellung von der Lagerung des Eisenfeilichts um einen Magnet nur eine Projection auf einer Ebene, allein sie zeigt genugsam, was auch in andern Durchschnittsebenen der Magnetaxe vor sich gehn würde. Die Anordnung des Eisenfeilichts in einer durch die Magnetaxen senkrecht gehenden Ebene, worin z. B. die befreundeten Pole eines Hufeisenmagnets aufwärts gerichtet sind, stellt die Zeichnung dar.

Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135. Fig. 136.

Alle diese Darstellungen lassen sich, wie schon Musschenbroeck[1] gezeigt hat, gar wohl aus dem Einflusse erklären, den die Pole eines Magnets vereint auf kleine Nadeln ausüben würden, welche in einer Horizontalebene um den Magnet zerstreut liegen. Jedes Eisentheilchen ist als eine solche Nadel anzusehen, deren Richtung durch ihren Abstand vom Magnetstabe und ihre Annäherung zum einen oder andern Pole bestimmt wird. Wenn auch diese Richtungen in ihrer Reihenfolge sich zu einer regelmäfsigen Curve gestalten, so folgt dar-

1 Diss. de Mag. p. 129.

aus noch keineswegs, dafs diese das Gebilde einer vom gnete ausgehenden *Strömung* sey, indem sie auch ohne selbe blofs durch die dirigirende Kraft des Magnets sich geben würde. BAZIN, welcher die Meinung aufstellt, die magnetische Materie in der Mitte der Nadel einfliefse aus beiden Polen ausströme, führt als Beweis dafür nich die in Fig. 135. gezeigte Aufstauung der Richtungen schen zwei gleichnamigen Polen, sondern auch noch fol den Versuch an, welcher sogar einen, zwar nur für E theile fühlbaren, mechanischen Stofs dieser Ausströmung
Fig. 137. weisen soll. Wenn man nämlich die gleichnamigen zweier Hufeisenmagnete von ungleicher Stärke einander bringt, so wird in dem auf der übergelegten Glastafel scheinenden Gebilde das Eisenfeilicht an der zwischen b Magneten liegenden Stelle p, p vom gröfsern Magnete g sam wie weggeblasen und es zeigt sich dort eine Leere. lein dieses erklärt sich auch ohne Strömungen leicht d dafs jene Eisentheile, von beiden Magneten in gleichem sollicitirt, an ihren beiden Enden zu gleicher Zeit entge gesetzte Pole erhalten, wodurch sie ganz indifferent we Bei den nachfolgenden Erschütterungen der Tafel, und ehe sie niederfallen, gerathen sie dann in die Anzieh sphäre des einen oder andern Magnets, und jene Stelle Gleichgewichts bleibt ohne eine Ablage. Dafs übrigens, v die Wirkung des Magnets in die Ferne auf dem Stofse bewegten Flüssigkeit (eines Stromes) beruhen sollte, die ter schiefen Winkeln einfallenden Wirkungen nach einem dern Gesetze, als dem des einfachen Sinus des Einfalls kels sich richten müfsten, hat schon LAMBERT in seiner berührten Abhandlung dargethan[1].

Wenn auch die Configurationen des Eisenfeilichts die hofften Aufschlüsse über das Wesen des Magnetismus nic gewähren vermochten, so leiteten sie doch wenigstens au nähere Untersuchung der allgemeinen Frage über die *R tung*, in welche eine kleine Magnetnadel in der Nähe e Magnetstabes nach Mafsgabe ihrer Entfernung von demse und ihrer gröfsern relativen Nähe zu dem einen oder an Pole sich versetzen würde. An diese schlofs sich dann

1 Mém. de Berlin. 1766. p. 35.

Untersuchung über diejenige Linie, in welcher diese Richtungen nach einem bestimmten Gesetze continuirlich in einander übergehn, oder über die Natur der *magnetischen Curve* an. Streng genommen, ist das Problem an sich keineswegs leicht. Die kleine Nadel wird erstlich vom Magnetismus der Erde sollicitirt, und somit müssen die Einwirkungen des Magnetstabes je nach seiner Stellung und Richtung gegen den magnetischen Meridian verschiedentlich modificirt werden; sodann kommen bei dieser Untersuchung die wirkenden Kräfte des Magnetstabes selbst, namentlich die Lage seiner Pole oder magnetischen Schwerpuncte und die im vorigen Abschnitte behandelte Vertheilung des Magnetismus im Stabe, in Betracht. Nicht minder wesentlich ist hierbei das Gesetz der Wirkung in die Ferne, und seine Modification durch den Einfallswinkel. Endlich muſs die Nadel selbst eine materielle Länge haben, und auf jedes ihrer Enden wirken die beiden Pole des Magnetstabes sowohl anziehend als auch abstoſsend. Man sieht, daſs es hier der Complicationen genug giebt, um wenigstens bei dem frühern Zustande der Analyse, die Forscher von einer allgemeinen theoretischen Untersuchung abzuschrekken. Wirklich ist auch LAMBERT der erste, der an diese Aufgabe sich wagte. In seiner Abhandlung *sur la Courbure du courant magnétique*[1] entwickelt er mit gewohntem Scharfsinn die Schwierigkeiten dieses Unternehmens, und bemerkt, daſs wenn auch am Ende nach irgend welchen Voraussetzungen über die Natur der einwirkenden Elemente eine Formel sich finden lasse, sie doch so weitläufig ausfallen würde, daſs man es unterlassen müſste, sie mit der Erfahrung zu vergleichen. Da Nadel sowohl als Magnetstab ihre drei Dimensionen haben, so würde die Bestimmung des Zustandes des Gleichgewichts sechs Integrationen nöthig machen, wozu noch eine siebente für die Herleitung der magnetischen Curve selbst hinzukäme; diese lassen sich jedoch, wenn man die Nadel als unendlich klein annähme, auf vier, und insofern der Magnetstab wenig Dicke hätte, auf drei zurückbringen. Nach diesen Annahmen versucht er sodann die Bestimmung des Winkels, welchen die Nadel in jeder Lage mit einem auf die Axe des Magnetstabes gefällten Perpendikel macht, wobei er die Aus-

1 Mém. de l'Acad. de Berlin. 1767. p. 49.

breitung des Magnetismus im Stabe, wie früher Tobias M..
im einfachen Verhältnisse der Entfernungen von der ..
voraussetzt, findet aber seine Formel noch so unbequem,
besonders zur Herleitung einer Gleichung für die magn..
Curve so untauglich, dafs er sogleich davon abgeht, u..
zweite zu versuchen, die wegen der Einmischung tran..
denter Gröfsen in dieser Beziehung vor der erstern k..
Vorzüge hat. Er berechnet jedoch nach derselben einig..
sitionen der Nadel und findet die sie verbindende Curve
derjenigen übereinstimmend, welche er früher aus einigen
suchen hierüber entworfen hatte.

So ungenügend auch das Resultat dieser Bemühung..
scheinen mag, so zeichnet sich dennoch auch diese A..
des genialen Mannes durch klare Auffassung des Gege..
des, durch scharfsinnige Bemerkungen, besonders aber ..
eine sinnreiche Anordnung der Versuche aus. Die A..
Fig. 138. ist einfach diese: „Ein Magnetstab von bekannter Län..
die Entfernung der kleinen Nadel A von seinem Mitte..
C, oder der Abstand CA, nebst dem Winkel ACS is..
geben; man soll hieraus die Richtung der Nadel A, o..
Winkel CAT oder auch T bestimmen.“ Da hier, w..
bereits bemerkt, auch der Erdmagnetismus auf die R..
der Nadel seinen Einflufs ausübt, welcher die Reinh..
Aufgabe stört, so eliminirt Lambert denselben sehr e..
dadurch, dafs er nicht die Nadel um den Magnet, s..
diesen um jene sich bewegen läfst. Auf diese Weise b..
die Nadel beständig im Meridian; im Dreieck CAT i..
Richtung AT unveränderlich, der Winkel CAT wir..
bestimmte Grade eingestellt, und der Magnet NS so lan..
das Centrum C bewegt, bis die kleine Nadel in der Ri..
AT zur Ruhe kommt. Auf diese Weise erhielt Lam..
für verschiedene Winkel in C von 10 zu 10 Graden, u..
abwechselnde Abstände AC von 3 bis 15 Zollen versch..
Angaben des Winkels ACT. Die Distanzen zeichnete e..
ein Bret als concentrische Kreise auf, deren Centrum die ..
C des Magnetstabes war und erhielt so für verschiedene ..
sitionen von A die Richtungen AT der Nadel, als Tan..
ten verschiedener magnetischer Curven. Durch eine ziem..
verwickelte Anwendung von Hülfsbogen, die er aus den ..
obachtungen ableitet und die eine Art Trajectorien der

tischen Curve bilden, gelangt er endlich zur Darstellung der Curve selbst.

Seither haben weder deutsche, noch französische Phy-er sich mit diesem Gegenstande beschäftigt; nur die Eng-der ROBISON, PLAYFAIR und LESLIE[1] haben sich be-ht, die Aufgabe in ihrem ganzen Umfange zu lösen, und n neulich hat ROGET ihre Methoden noch ziemlich verein-ht[2]. Es sey in A die freischwebende Nadel, die wir als Fig. 139. endlich klein voraussetzen und die von den Polen N und S Magnetstabes m sollicitirt wird. Man denke sich hierbei einzelnen Kräfte des Stabes in die Puncte N und S als in etische Schwerpuncte vereinigt, und setze ihre Wirkung die Nadel dem umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der stände NA und SA gleich. Hierbei wird, nach der Zerle-ng der Kräfte, derjenige Theil, welcher die Drehung der del hervorbringt, durch den Sinus des Winkels dargestellt, lchen die Richtung der Kraft mit dem Radius der Dre-ngsnadel, und ist mithin den Sinus der Winkel NAT und SAT proportional. Da die Nadel als unendlich klein gedacht wird, so kann man sich die Richtungen der Kräfte beider le als in dem Puncte A vereinigt denken, und die zurück-ßende Kraft des einen Pols der anziehenden des andern legen. Bezeichnen wir nun der Kürze wegen

AN durch n
AS - s
Winkel NAT - ν
- SAT - σ

die Länge des Magnets NS durch m, seine Verlänge-linie ST durch x, und fällen wir aus N und S die Per-dikel NP und SQ, oder p und q, so sind, nach dem Ge-tzen, die dirigirenden Kräfte der Nadel, die wir durch R ausdrücken wollen im zusammengesetzten Verhältnisse Linien p und q, als Sinus der beiden Winkel in A, und Umkehrungszahlen der Quadrate der Abstände n und s

$R = \frac{\text{Sin. }\nu}{n^2} : \frac{\text{Sin. }\sigma}{s^2}$. Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke PT und SQT erhält man

1 Der erstere in der Encyclopedia Britannica Art. *Magnetism.* Letztere in seiner Geometrical Analysis.

2 Journ. of the Roy. Instit. 1831. Nr. 2. p. 311.

$$p : q = m + x : x;$$

es ist aber $p = n$ Sin. ν, und $q = s$. Sin. σ, als $\frac{p}{n} =$ Sin. ν

$\frac{q}{s} =$ Sin. σ. Man hat daher

$$R : r = \frac{\text{Sin.}\,\nu}{n^2} : \frac{\text{Sin.}\,\sigma}{s^2} = \frac{p}{n^3} : \frac{q}{s^3} = \frac{m + x}{n^3} : \frac{x}{s^3}.$$

Im Zustande des Gleichgewichts aber ist $R = r$; also $\frac{m + x}{n^3} = \frac{x}{s^3}$. Daraus $x = \frac{s^3 m}{n^3 - s^3}$; es ist also $m + x : x = n^3 : s^3$, d. h. die Tangente der magnetischen C schneidet die verlängerte Axe des Magnetstabes in zwei mente, die sich wie die Cubi der Abstände von seinen den Polen verhalten.

Um die hier abgeleitete Formel an den Prüfstein de obachtung zu halten, benutzte ich LAMBERT's Idee zur struction des nachfolgenden Apparates:

Auf einem grofsen Reifsbrete wurde aus dem Pun
Fig. als Centrum der Halbkreis 0°, 30, 60, 90, 60, 30, 0, ... ein-
140. und bei A ein kupferner Stift eingeschraubt. Auf diese wegte sich frei in der Theilungsebene das Lineal AD, Ende D die Grade des Winkels OAD bezeichnete. das Lineal hin gleitete als ein Schlitten der Rectangel e einer darauf gelegten um C beweglichen eingetheilten S deren Diameter den Magnetstab NS aufnahm. Freischw über A befand sich ein hölzernes, oben mit Glas bed Kästchen, gh, in welchem die kleine Magnetnadel ns die in einer Glasröhre, an einem ungedrehten Seide aufgehängt, und deren Mitte genau senkrecht über das trum A gerichtet war. An ihr war ein äufserst feiner ter Metalldraht befestigt, um durch die Vergröfserun Radius jede Verrückung derselben desto leichter zu erk Es wurde also hier nicht die Nadel um den Magnet, s dieser um die Nadel herumgetragen. Der Gang der Ve war folgender:

Zuerst wurde das Lineal AD im Meridiane der und zwar auf ihrer nördlichen Seite auf 0° eingestellt zugleich der Magnetstab NS auf dem Schieber ef so g dafs er ebenfalls im Meridian der Nadel lag und sein auf den Nullpunct seiner Theilung hinwies. Dabei wa

lende dem Nordpole der kleinen Nadel zugekehrt, und der hieber ef so festgestellt, daſs die Mitte des Stabes um eine stimmte Anzahl von Zollen vom Centrum der Nadel abstand. m bei Beobachtung der Nadel jede Parallaxe zu vermeiden, wen in dem Glaskästchen g h zwei weiſse Papierstücke, das ines am Boden des Kästchens, das andere nahe unter dem Glasdeckel, befestigt, auf deren jedem eine feine Linie gezogen war, die eine Verlängerung des Meridians bildete. Zwischen den Ebenen dieser Papierstücke schwang die Nadel, deren Verlängerungsdraht nur die Dicke eines starken Menschenhaares hatte. Noch ehe der Magnetstab in die Nähe gebracht worden war, hatte man die ganze Tafel so gedreht, daſs der feine Draht genau auf den angenommenen Meridian einspielte. Zeigte sich nun, nachdem der Stab an seine Stelle gelegt worden war, die geringste Abweichung, so wurde das Lineal AD so lange nach Osten oder Westen hingedreht, bis die Nadel wieder in den Meridian zurückgekommen war, und hiermal die Stellung des Lineals AD notirt. Nun wurde der Magnetstab NS durch Drehung um C um 10 Grade ostwärts versetzt, sodann auch das Lineal AD nach der nämlichen Seite soweit hinbewegt, bis die vorher gestörte Nadel sich wieder im Meridiane befand. Der Zeiger D gab die Richtung der Abstandslinie oder den Winkel A für diese Stellung des Magnets nach Winkel C (von 10 Graden) an. Successiv wurde nun für die folgenden Winkel C = 20, 30..90 Grade ich der Winkel A notirt, bei welchem die Nadel im Meridiane blieb. Auf diese Weise befand sich der Magnet parallel mit der Nadel, wenn die Abweichung des Lineals AD etwa 30° betrug. Nun wurde in fortlaufender Richtung die ähnliche Beobachtungsmethode fortgesetzt, bis sich zuletzt Lineal und Magnetstab im Süden der Nadel in der Verlängerung ihres Meridians befanden. Der Raum und die Befestigung des schwebenden Kästchens g h lieſs es nicht zu, diese Beobachtungen auch auf der Westseite der Nadel fortzusetzen. Die Dimensionen des Apparats waren folgende: Radius AD des Theilungskreises 0°, 30°, 60°... = 15 Paris. Zoll. Der Kreis, auf welchem der Magnetstab NS befestigt war, hatte zuerst 6 Zoll Durchmesser, nachher wurde ihm der gröſsern Eintheilung wegen ein Halbkreis von 8 Zoll Radius substituirt. Das hölzerne Kästchen g h war 11 Zoll lang. Die in demselben

befindliche cylindrische Nadel ns hielt 6 Lin. bei 1 L Dicke; sie war glashart und bis zur Sättigung magnetisirt; e unterhalb mit Siegellack angeklebter feiner Kupferdraht v $9\frac{1}{4}$ Zoll Länge machte ihre Abweichungen bemerkbarer, un ich glaube nicht, dafs bei der Beurtheilung ihrer Coincide mit der Meridianlinie, die meist mit einer Loupe beobacht wurde, ein Fehler von 0,1 Grad möglich war. Die Na selbst war an einem ungedrehten Seidenfäden aufgehängt, d zwar nur 4 Zoll lang war, aber da die Nadel immer im M ridiane zu bleiben hatte, keine Drehung erlitt. Der Magne stab NS war 6,3 Zoll lang, 5 Lin. breit, 0,5 Linie dick, u wurde in der hohen Kante auf die Scheibe NSC hingele Es war also hier die Länge NS des Magnetstabes, der A stand AC seiner Mitte C vom Centrum der Nadel A und d Winkel SCA oder NCA gegeben; es sollte hieraus der Wi kel CAT abgeleitet werden. Setzen wir $AN = n$, A $= s$, $AC = d$, $CN = SN = a$, $ST = x$; den Wink $ACT = C$, und $CAT = A$; so haben wir

1) $n^2 = a^2 + d^2 \pm 2ad.\ \text{Cos.}\ C$, und

2) $s^2 = a^2 + d^2 \mp 2\,ad.\ \text{Cos.}\ C$, sodann nach obig Herleitung

3) $x = \dfrac{2a.s^3}{n^3 - s^3}$, und endlich

4) $\text{Cot.}\ A = \dfrac{d}{(a+x).\ \text{Sin.}\ C} - \text{Cot.}\ C.$

Mit Hülfe dieser Formeln wurden für den Magnets von 6,3 Zoll und die Distanzen 10, 12, 14, 16, 18, 20 Z die Werthe von A auf die Winkel $C = 10°, 20° \ldots 90°$ b rechnet und mit denselben die nordöstlich und südöstlich v der Magnetnadel beobachteten Werthe von A verglichen. I Resultate sind in folgenden Tafeln dargestellt:

Entfernung d = 10 Zoll Par. Mafs.

Winkel C	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Nordseite d. Nadel	+1°,3	8°,5	15°,1	22°,4	30°,2	37°,5	47°,0	58°,3	73°,0	91°,3
Südseite - -	−0, 9	+6, 6	12, 5	19, 4	26, 8	34, 7	44, 3	56, 5	72, 0	88, 7
A im Mittel	+0, 2	7, 3	13, 8	20, 9	28, 5	36, 3	45, 6	57, 4	72, 5	90, 0
A berechnet	0, 0	7, 2	14, 3	21, 6	29, 0	37, 2	46, 5	58, 7	73, 3	90, 0
Fehler der Beob.	−0, 2	−0, 1	+0, 5	+0, 7	+0, 5	+0, 9	+0, 9	+1, 3	+0, 8	0, 0

d = 12 Zolle.

Nordseite d. Nadel	0°,0	6°,5	13°,0	19, 8	26°,6	34°,4	44°,6	57°,8	73°,7	91°,0
Südseite - -	0, 0	6, 4	12, 6	19, 0	26, 4	34, 3	44, 8	55, 6	71, 2	89, 0
A im Mittel	0, 0	6, 5	12, 8	19, 4	26, 5	34, 4	44, 7	56, 7	72, 5	90, 0
A berechnet	0, 0	6, 5	13, 0	19, 7	26, 9	35, 0	44, 8	57, 0	72, 3	90, 0
Fehler der Beob.	0, 0	0, 0	+0, 2	+0, 3	+0, 4	+0, 6	+0, 1	+0, 3	−0, 2	0, 0

d = 14 Zolle.

Nordseite d. Nadel	+1,8	7,8	13,8	19,3	25,7	34,2	44,2	54,2	70,0	89,6
Südseite - -	−0,2	5,8	11,7	18,1	25,6	33,3	42,8	55,0	72,0	90,4
A im Mittel	+0,8	6,8	12,7	18,7	25,7	33,7	43,5	54,6	71,0	90,0
A berechnet	0,0	6,1	12,3	18,8	25,9	34,1	43,6	56,4	71,9	90,0
Fehler der Beob.	−0,8	−0,7	−0,4	+0,1	+0,2	+0,4	+0,1	+1,8	+0,9	0,0

d = 16 Zolle.

Nordseite d. Nadel	+ 4,3	7,3	12,8	18,2	25,6	33,5	43,0	55,0	70,3	91,5
Südseite - -	− 3,0	4,8	11,3	17,7	25,2	33,7	43,7	55,7	71,0	89,5
A im Mittel	+ 0,6	6,0	12,0	18,0	25,4	33,6	43,4	55,4	70,7	90,0
A berechnet	0,0	5,8	11,8	18,2	25,3	33,6	43,8	56,5	71,6	90,0
Fehler der Beob.	− 0,6	− 0,2	− 0,2	+ 0,2	− 0,1	0,0	+ 0,4	+ 1,1	+ 0,9	0,0

d = 18 Zolle.

Nordseite d. Nadel	− 0,3	5,8	12,2	19,2	26,0	33,8	43,8	55,7	71,6	89,0
Südseite - -	+ 0,4	5,6	11,5	17,2	24,4	32,6	42,8	55,8	71,8	91,0
A im Mittel	0,0	5,7	11,8	18,2	25,2	33,2	43,3	55,8	71,7	90,0
A berechnet	0,0	5,6	11,5	17,8	24,8	32,7	43,1	55,7	71,5	90,0
Fehler der Beob.	0,0	− 0,1	− 0,1	− 0,4	− 0,4	− 0,5	− 0,2	− 0,1	− 0,2	0,0

d = 20 Zolle.

Nordseite d. Nadel	+ 1,6	5,7	11,0	19,5	25,5	31,0	41,7	54,0	72,8	88,5
Südseite - -	− 1,2	5,0	12,0	16,2	24,8	32,0	42,8	54,7	72,8	91,5
A im Mittel	+ 0,2	5,3	11,5	17,8	25,3	31,5	41,5	54,4	72,8	90,0
A berechnet	0,0	5,4	11,3	17,5	24,3	32,0	42,0	55,0	71,4	90,0
Fehler der Beob.	− 0,2	+ 0,1	− 0,3	− 0,2	− 1,0	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,6	− 1,4	0,0

Man sieht, dafs die Resultate der obigen Formel mit den Beobachtungen nicht übel zusammenstimmen. Hätte man diese im ganzen Umkreise um die Nadel vollenden können, so hätten die noch übrigen Unvollkommenheiten des Apparats, als Excentricität und Theilungsfehler sich vermuthlich noch besser compensirt, als dieses mit der blofs zweifachen Beobachtungsreihe der Fall war. Diesem Verfahren hätte jedoch eine andere Schwierigkeit entgegengestanden, nämlich die nicht ganz unbedeutende Zeit, die bei jeder Beobachtung verflofs, ehe die durch die Versetzungen des Stabes gestörte Nadel wieder zur Ruhe kam. Es schienen nämlich im Verlauf der Zeit oft wunderbare Launen der Nadel einzutreten, so dafs dieselbe, wenn sie in einer gewissen Stellung des Magnetstabes vollkommen im Meridiane zur Ruhe gekommen war, eine halbe Stunde später bei gänzlich unverrücktem Stande der Dinge sich merklich aufserhalb desselben befand und eine neue Stellung des Lineals AD erforderte, die zu den vorhergehenden Beobachtungen gar nicht pafste. Liefs man sogleich einer solchen anomalen Beobachtung auf der Nordostseite des Meridians, die ihr correspondirende, auf der Südostseite folgen, so compensirten sich gemeiniglich die beiden Angaben, so dafs ihr Mittel nicht sehr von der vermuthlichen richtigen Angabe abwich. Zuweilen aber auch erschienen zu beiden Seiten (z. B. für C = 40° Nordost und für 40° Südost, Lage des Stabes) übereinstimmende Resultate, die aber doch um 3 bis 4 Grade zu grofs waren. Ich überzeugte mich hier mehrmals, dafs nicht Unempfindlichkeit des Apparats oder andere Umstände im Spiel waren; denn ein sorgfältig wiederholter Versuch einer Beobachtung gab auf wenige Zehntelsgrade für eine Zeit lang dasselbe Resultat, und die Nadel, die vorher für einen Winkel von C = 10° den Werth A = 6°,5, constant angegeben hatte, würde vielleicht eine halbe Stunde später auf dieser Stellung nicht im Meridian zu erhalten seyn, sondern den Werth von A auf 9 oder 10 Grade erheischen. Diese unerklärlichen Anomalien, die häufiger des Nachmittags als Vormittags statt zu finden schienen und mehrere Beobachtungsreihen unbrauchbar machten, waren meistens am auffallendsten, wenn der Magnetstab im Meridiane der Nadel sich befand. So war z. B. die Reihe für den Abstand von 14 Zoll so eben mit den Angaben + 1,8 und — 0,2 beendigt

worden; fünf Minuten später, als zum Behuf der Beobachtungen in 16 Zoll Entfernung der sieben Zoll lange genau passende Schlitten ef auf dem geraden Lineal AD um 2 Zolle hinausgeschoben worden war, erschienen Abweichungen von der geraden Richtung des Meridians von 4°,3 und — 3,0. Weder der Magnetstab noch die Nadel waren hier nur im mindesten berührt worden. Diese plötzlich eingetretene Ungleichheit von mehr als sieben Graden verminderte sich jedoch schon bei der zweiten Beobachtung für C = 10°, wo A = 7°,3 und 4°,4 betrug, auf 2½ Grade, und verschwand bald nachher gänzlich [1]. Dafs bei diesen unerklärlichen Störungen weder der Stand des Beobachters noch örtliche Erwärmung irgend einen Einflufs gehabt, dafs dieser während der Beobachtung sich alles Eisens immer entladen, auch das letztere überhaupt um mehrere Fufs von der Nadel entfernt und unverrückt geblieben sey, wird man wohl dem Beobachter aufs Wort glauben. Sollte etwa die Kraft der einzelnen Pole des Magnetstabes einem gewissen Wechsel unterworfen seyn? — Der Magnetstab selbst wurde nie berührt und selbst, als absichtlich der eine Pol mit der Hand erwärmt wurde, zeigte sich keine Aenderung.

Zur Abänderung des Versuchs wurde ein cylindrischer Magnetstab von 12 par. Zoll Länge und 2,3 Linien Dicke eingelegt, und in den Abständen von 14 und 16 Zoll die Winkel A untersucht. Die Resultate waren anfänglich um mehrere Grade kleiner als die Angabe der Rechnung; allein eine leichte Untersuchung an einer Boussole zeigte, dafs nicht die ganze Länge des Stabes in Rechnung gebracht werden dürfe, indem seine Pole auf nahe 1 Zoll vom Ende sich innerhalb des Stabes befanden. Wurde daher in den obigen Formeln a = 5, statt 6 gesetzt, so zeigten die Versuche folgende Uebereinstimmung:

---

1 Die auffallenden Fehler von 1°,8 und 0°,9, die sich bei den Stellungen von 70° und 80° und Distanzen von 10, 14, 16 und 18 Zoll ergeben, sind den Theilungsfehlern der allzukleinen Scheibe zuzuschreiben.

14 Zoll Abstand.

Winkel C.	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
A berechnet	0°,0	8°,2	15°,6	23°,9	30°,7	38°,6	48°,6	59°,6	73°,7	90,0
A beobachtet	0,3	8, 8	16, 6	23, 8	29, 9	38, 8	47, 7	58, 9	73, 7	90,0
Fehler d. Beob.	− 0,3	−0, 6	−1, 6	+0, 1	+ 0, 8	−0, 2	+0,9	+0,7	0,0	0,0

16 Zoll Abstand.

A berechnet	0°,0	7,2	14,2	21,4	28,8	37,0	46,6	58,4	73,1	90,0
A beobachtet	0,4	7,6	14,8	21,5	28,6	36,2	45,7	57,3	71,6	90,0
Fehler d. Beob.	− 0,4	− 0,4	− 0,6	− 0,1	+ 0,2	+ 0,8	+ 1,1	+ 1,1	+ 1,5	0,0

Bei den Versuchen in 16 Zoll Abstand scheint ein Ex-tricitätsfehler obgewaltet zu haben. Auf jeden Fall aber stätigt sich durch unsere Beobachtungen nicht nur die an-ewendete Formel, sondern auch die Richtigkeit der ihr zum runde liegenden Voraussetzungen, nämlich: erstens, daſs die t der Vertheilung des Magnetismus im Stabe hier keinen lbaren Einfluſs habe, sondern man sich denselben als im

Pole selbst vereinigt denken könne, und zweitens, dafs au hier das Gesetz der Wirkung im umgekehrten Verhältnifs d Quadrate der Entfernung stehe.

Denkt man sich mehrere solche kleine Nadeln in ein Horizontalebene dergestalt an einander gereiht, dafs jede fo gende einen nur unmerklichen Winkel mit den vorhergehe den macht, so bilden sie die Tangenten derjenigen Curv die man die *magnetische* nennt, und deren Eigenthümlichk ten folgende sind:

1) *Jede Tangente der magnetischen Curve durchschn det die verlängerte Axe der zugehörigen Magnete in ein Puncte, dessen Entfernung vom nächsten Pole des Magn stabes zu der absoluten Länge desselben sich verhält die dritte Potenz des Abstandes des Tangentialpunctes diesem Pole zur Differenz der dritten Potenzen seiner A stände von beiden Polen.* Dieses erhellet aus obiger Form in welcher x diese Entfernung auf der Axe, m die Länge Magnetstabes, n und s die Abstände des Tangentialpunc vom Nord- und Südpole des Stabes bezeichnen; nämlich

$$x = \frac{s^3 m}{n^3 - s^3}; \text{ also } x : m = s^3 : n^3 - s^3.$$

2) *Die Sinus der Winkel, welche diese Tangente n den Abstandslinien* n *und* s *bildet, verhalten sich zu ein der wie die Quadrate dieser Abstände.* Oben hatten für das Verhältnifs der Kräfte R und r, welche die Ri tung der Nadel bestimmen, oder der Wirkung der Pole Stabes

$$R : r = \frac{\text{Sin. } \nu}{n^2} : \frac{\text{Sin. } \sigma}{s^2},$$ wo ν und σ die fraglichen Wi bezeichnen; da nun R = r, so ist auch

$$\text{Sin. } \nu \,.\, s^2 = \text{Sin. } \sigma \,.\, n^2, \text{ oder}$$
$$\text{Sin. } \nu : \text{Sin. } \sigma = n^2 : s^2.$$

3) *In der magnetischen Curve ist die Differenz des C sinus der Winkel, welche die Linien* n *und* s *mit der M gnetaxe bilden, eine constante Gröfse.*

Fig. 141. Es seyen A und a zwei Puncte der Curve, die einan sehr nahe liegen; man verlängere die von N und S gezo nen Radien, und beschreibe aus diesen Puncten die Bog Ab und Ac, die sich mit jenen Verlängerungen in b und schneiden; ziehe die senkrechte AB und setze

AB = e	ANT = N	AN = n
Ab = b	AST = S	AS = s
Ac = c	Cos. N = f	NP = p
Aa = a	Cos. S = g	SQ = q, so ist

$f = \frac{c}{n}$, und wegen der Aehnlichkeit der Dreiecke Aca und NPa, hat man

$$n:p = a:c, \text{ oder } c = a.\frac{p}{n},$$

$$n:e = dN:df,$$

$$df = e.\frac{dN}{n} = e.\frac{c}{n^2} = e.\frac{ap}{n^3}.$$

Auf gleiche Weise erhält man

$$dg = e.a.\frac{q}{s^3}; \text{ mithin}$$

$$df: dg = \frac{p}{n^3} : \frac{q}{s^3} = R:r.$$

Da aber R = r, so ist auch df = dg, mithin f = g + C, oder f − g = C., d. h. die Differenz der Cosinus der Winkel an den Polen N und S ist eine beständige Gröſse.

Wird der Winkel AST gröſser als ein rechter, so wird sein Cosinus negativ, und es ist dann die Summe der Cosinus, die eine constante Gröſse bildet. Geht aber auch N in einen stumpfen Winkel über, so tritt wieder die *Differenz* der Cosinus ein.

Aus dieser Eigenschaft der magnetischen Curve ergiebt sich auch eine einfache Methode zur Construction derselben. Man lasse zwei Radien von gleicher Länge um die Puncte N Fig.
und S dergestalt sich fortbewegen, daſs ihre Enden n und s, 142.
oder n' und s' sich stets in der nämlichen Verticallinie s n F und s' n' f auf die Axe NS befinden, so liegen die gegenseitigen Durchschnittspuncte A und a dieser Radien in einer magnetischen Curve. Denn auf diese Weise treffen die Endpuncte des Cosinus von ANF und ASF, deren Differenz die Linie NS ist, in einen Punct zusammen. Das Nämliche findet für die Cosinus der Winkel aNf und aSf statt, so daſs für alle solche Winkel die Distanz NS der beiden Pole als constante *Differenz* ihrer Cosinus erscheint. Wird S ein Fig.
stumpfer Winkel, so bildet NS die *Summe* der Cosinus NF 143.
und SF.

Bringt man zwei gleichnamige Pole, z. B. die Nor- zweier Magnete, nahe zusammen, so ändert sich zwar r die geometrische Beschaffenheit dieser Curven, sondern ihre Anordnung; sie werden in Folge der gegenseitigen treibung *divergirend*, statt dafs sie im frühern Falle *conv-*
Fig. *rend* waren. Der Winkel in S erhält hier eine umgek
144. Bedeutung, und der Punct, in welchem die Axe von
und
145. Tangente geschnitten wird, findet sich *zwischen* den b Polen, nicht aufserhalb derselben. Die Constante ist al $= f + g$, und nur, wenn einer der aus N oder N′ gezo Abstände mit der Axe einen stumpfen Winkel bildet, ar sich das Zeichen seines Cosinus. Dafs bei dieser theo schen Betrachtung die Wirkung der beiden entferntern pole nicht in Rechnung gezogen werde, bedarf keiner E nerung. Auch ist es einleuchtend, dafs durch das Zu menwirken mehrerer Pole mancherlei Modificationen der gnetischen Curve bewirkt werden können, deren Unt chung mehr oder weniger verwickelt und nur dann der M werth seyn dürfte, wenn sich daraus Anwendungen auf die scheinungen des Erdmagnetismus machen liefsen.

Fig. 138. Der oben mit T bezeichnete Punct, in welchem Tangente mit der Axe sich durchschneidet, kann begreifl Weise mehreren zu *einem* Systeme oder *einem* Magnete g rigen Curven gemeinsam seyn. In diesem Falle ist als Verhältnifs der Länge des Magnets m und der Verläng seiner Axe x ein constantes, so dafs für die in T zusamm treffenden Tangenten aller dieser Curven $m + x : x$ unve derlich ist. Dann aber liegen die zugehörigen Tange puncte alle auf einem Kreise, dessen Radius $= \sqrt{x(m +}$ ist, wie dieses die Elementargeometrie in der Lehre von d *Polarlinien* und *Gegenpolen* beweist. Man erhält hierdu ein leichtes Mittel, Tangenten an die magnetischen Curven ziehn, indem man auf der verlängerten Axe von m die L des Punctes T oder die Gröfse von x beliebig festsetzt u aus $\sqrt{x^2 \pm mx}$ den Radius des Kreises ableitet, der den ge metrischen Ort der übrigen Tangentialpuncte ausmacht.

Die magnetische Curve läfst sich einfach auf folgen Weise construiren. Man theile den Zwischenraum der zw Pole eines Magnets in eine gewisse Anzahl gleicher Thei und trage eben diese noch zu beiden Seiten auf der Axe a

ann ziehe man aus den Polen N und S als Mittelpuncten ei gleiche Kreise, so grofs, als der Raum es gestattet, und le aus jedem Puncte der Axe senkrechte Ordinaten durch e Peripherien. Werden sodann aus jedem Centrum Ra- n auf diese Stellen der Peripherie gezogen, so geben die rchschnitte der letztern die Puncte an, durch welche ir- nd eine der magnetischen Curven, die über NS sich con- ruiren lassen, geht. Auf eben diese Weise lassen sich auch e divergirenden magnetischen Curven darstellen, wie dieses der Zeichnung zu sehn ist. Fig. 146.

Noch bequemer geht die Zeichnung der convergirenden rven durch eine Maschine von statten, die Dr. Roget auf n Satz Nr. 3. gegründet angegeben hat. An einem Lineal Fig. 147. z befindet sich eine verschiebliche Hülse, die vermittelst er Klemmschraube an jeder Stelle desselben befestigt wer- n kann. Sie ist an der Kante des Lineals mit einem Loche rsehn, durch welches sich ein Stift N auf dem mit Papier erzogenen Reifsbrete in dem Puncte einstecken läfst, der inen Pol des Magnets vorstellen soll. Parallel diesem gegen- über befindet sich das Lineal AB, mit einer ähnlichen Hülse, rch welche ebenfalls ein Stift gesteckt wird, so dafs sich B um A, sowie Nn um N als Centrum dreht. Die Enden und n des Lineals sind durch die Schiene Bn verbunden, n Scharniere um die Distanz AB aus einander stehn. Die hiene Bn ist geschlitzt und nimmt einen Stift auf, der am de s des Stabes sS befestigt ist. Am andern Ende S ist enfalls eine Hülse mit einem Stift angeschraubt, welches ne im Südpole des supponirten Magnetstabes befestigt ist. S bildet also die Axe des Magnets, und AN ist auf diese chtwinkelig, mithin befinden sich auch jederzeit die Puncte und n in einer Linie, welche auf die Axe senkrecht ist. r Zwischenstift liegt in M, da wo die Kanten der Stäbe n und Ss sich durchschneiden, und wird immer in diese ke eingedrückt. Es ist wesentlich, dafs die Distanzen Nn, AB genau gleich sind; von ihrer Länge hängt auch die öfse der magnetischen Figur ab.

Mit einem ähnlichen Instrumente lassen sich auch divergi- nde magnetische Curven beschreiben, und mufs da die Schie- e Bn doppelt so lang seyn, und ebenso müssen auch die bewegungslineale Nn und Sn gehörig verlängert werden.

Es mag hier noch der Ort seyn, einer etwas paradoxen Erscheinung zu erwähnen, die sich dem Dr. Robison dar bot, als er die zwei befreundeten Pole zweier kräftiger Magnetstäbe bis auf 3 Zoll einander näherte. Die Stäbe lagen in einer geraden Linie, und zwischen ihnen befand sich eine kleine Magnetnadel auf ihrer Gnomonspitze in D. Wenn er diese auf einer Linie DF bewegte, die in gleicher Entfernung von den Magneten auf ihre Axe senkrecht war, so war ihre Richtung mit der Axe parallel und zwar so, wie es die Gesetze der magnetischen Anziehung erforderten, nämlich ihr Südende dem nördlichen, ihr Nordende dem südlichen Pole der Stäbe zugekehrt; dieses blieb so bis zu einer gewissen Distanz DE, nur nahm, wie dieses die Schwingungen der Nadel verriethen, ihre Directivkraft merklich ab, bis sie in E völlig Null wurde, so dafs die Nadel gar keine Polarität mehr zeigte, und in jeder Richtung stehn blieb. Bei weiterm Hinausrücken schien sie wieder mehr Kraft zu gewinnen, aber hatte sie sich umgewendet, so dafs ihr Nordpol dem Nordpol des Magnets zugekehrt war und diese Richtungskraft schien bei F ihr Maximum erreicht zu haben. Robison, der in diesem Versuche gestört wurde, giebt keine Maſse an, und hat ihn auch weiter nicht verificirt. Er glaubte die Erscheinung aus der Zusammenwirkung magnetischer Curven vom ersten und zweiten Range, wie er sie nannte, erklären zu können; allein jedem solchen Bemühen sollte billig eine sorgfältige Bestätigung des Versuches selbst vorangehn.

Fig. 148.

XII. Einfluſs der Wärme auf den Magnetismus.

Die Meinung der ältern Physiker, dafs die magnetische Kraft dem Magnetsteine und dem Eisen mechanisch oder chemisch beigemischt sey, mufste sie bald darauf leiten, diese Körper einem Untersuchungsmittel zu unterwerfen, das in der frühern Chemie eine Hauptrolle spielte; sie probirten ihr Verhalten im Feuer. Schon Gilbert[1], zu dessen Zeit die Magnetsteine noch ziemlich selten waren, stellte einen Versuch

1 Fiat examen in ignibus, immoderatis naturae tyrannis. L. I c. 3.

einem Eisenstabe von etwa vier Zoll Länge und drei Linien Dicke an[1]. Er bestrich das eine Ende des Stabes mit dem Südpole eines Magnetsteins, und brachte dasselbe immer nur eben zum Glühen. Als er den Stab nachher wieder an einem Stück Korkrinde auf Wasser schwimmen lieſs, schien er von der Polarität nicht merklich verloren zu haben. In der richtigen Vermuthung, daſs ein einseitiges Glühen da nicht genüge, weil „die magnetische Kraft durch den ganzen Körper verbreitet sey,“ setzte er den ganzen Stab eine etwas längere Zeit einem starken Glühfeuer aus, und trug Sorge, daſs er (um die Mittheilung des Erdmagnetismus zu verhüten) während des Erkaltens in keiner bestimmten Lage blieb. An den Kork gesteckt zeigte er nun keine Polarität. Boyle, der das Nämliche mit natürlichen Magneten versuchte, fand eben dieses Resultat, und bemerkte, Porta's Behauptung entgegen, daſs die Magnetsteine beim Glühen niemals Schwefel entwickeln. Da übrigens die gröſsern Magnete nach der allgemeinen Erfahrung, wenn sie auch nach dem Glühen keine Eisenfeilspähne mehr anzogen, doch noch auf die Magnetnadel wirkten, so gerieth Musschenbroeck auf den Einfall, einen schwärzlichen Magnetstein zu zerstoſsen. Er fand gegen seine Erwartung das Pulver im höchsten Grade gleichförmig an magnetischer Kraft, und untersuchte noch vor dem Glühen die Distanz, in welcher es vom Magnet angezogen wurde. Es wurde nun in einem unverschlossenen Tiegel drei Stunden lang der vollen Glühhitze eines mit Holzkohlen geheizten Windofens ausgesetzt, und fand sich nach dem Erkalten in Absicht auf die Farbe unverändert. Auf eine sechszöllige Compaſsnadel wirkte es wie vorher und wurde auch vom Magnete, zwar nicht augenblicklich, doch nach Verfluſs einer Secunde auf die nämliche Distanz und mit gleicher Stärke angezogen, wie vor dem Glühen[2]. Dennoch giebt auch Musschenbroeck zu, daſs das Feuer die magnetische Kraft den Körpern gröſstentheils zerstöre, was bereits vor ihm auch die obgenannten Experimentatoren, durch Servington-

[1] Longitudinis unius palmae, crassitudinis pennae anserinae scriptoriae. Ibid.

[2] Musschenbroeck Exper. XXX. Vermuthlich war das Magneteisen nicht so stark ins Glühen gekommen, wie die dem Feuer direct ausgesetzten Magnete.

Savery[1] und durch Lemery[2] aufser Zweifel gesetzt wor war. Der Letztere fand sogar, dafs ein natürlicher Mag nicht nur im Feuer, sondern auch im Focus eines Brennsp gels noch vor seiner Verglasung seine Kraft verliere.

Der anscheinende Widerspruch löst sich von selbst du eine genauere Betrachtung des Versuchs. Schon Gilbert merkt, dafs von einem tüchtig glühenden Eisen (*bacillo f valide ignito*) die Magnetnadel nicht im Mindesten afficirt w de, dafs aber die Anziehung sogleich eintrete, sobald es etwas vom Weifsglühen (*de candore*) nachgelassen hab Lieutaud[4] bestätigt dieses unbedingt, und rühmt es als unfehlbares und ergötzliches Experiment. Ebenso Brugma und Cavallo[5]. Gilbert und Brugmanns gehn so w Cardan's Behauptung wieder aufzunehmen, dafs im Glü das Eisen kein Eisen sei (*ferrum ignitum non esse ferr* sondern in einem unnatürlichen Zustande sich befinde. Mu schenbroeck hingegen hatte seine Versuche immer mit senstangen gemacht, die bereits wieder erkaltet waren und terrestrischen Magnetismus in sich aufgenommen hatten. bemerkt auch, dafs Eisenstangen, die im Verhältnifs ih Dicke eine grofse Länge besitzen, diesen Einflufs augenbl lich zeigen; da hingegen kurze und dicke Eisenstäbe den Magnetismus nur langsam aufnehmen[6]. Dieses zeigt sich ihm auch besonders bei der Abkühlung glühenden Eisens, in verticaler Richtung im Wasser abgelöscht, oder in Luft erkaltend unten immer nordpolarisch wird, da es hin gen unter beiden Umständen in der Richtung des magnetisc Aequators erkältet, keinerlei Polarität annimmt. Ein gew J. C. in den Philosophical Transactions for 1694 hatte sc früher alle diese Versuche vollständig durchgemacht. N nur erkannte er den schon von Gilbert angeregten Einf des Erdmagnetismus, sondern er unterschied auch die ver

1 Philos. Trans. 1730. Nr. 414. p. 314.

2 Mém. de l'Acad. de Paris 1706. p. 131.

3 De Magnete. p. 69.

4 Vinc. Levtaudi Soc. Jes. Magnetologia. Lugd. 1668. 4. L. c. 4. p. 374.

5 Philos. Vers. über die magnetische Materie. Deutsch Eschenbach. S. 18. Note. Cavallo Abhandl. v. Magnet. S. 191.

6 Diss. de Magnete p. 271.

liche Polarität (des reinen Eisens) von der fixen (des Stahls), ohne jedoch die eigentliche Verschiedenheit dieser Materialien zu kennen. Vielmehr schrieb er das von einigen bemerkte Verbleiben einer magnetischen Kraft nach dem Ablöschen des Eisens dem Umstande zu, dafs jene Beobachter allzu kurze Stangen angewendet hätten; es existire ein gewisses Verhältniss der Dicke zur Länge, so dafs z. B. eine runde Stange von 1 Zoll Diameter bei 30 Zoll Länge durch das Glühen gleich keinen fixen Magnetismus annehme, wohl aber, wenn sie entweder dünner oder länger gemacht werde. Eben dieses Argument braucht Musschenbroeck dreifsig Jahre später, um Gerata's Versuche zu erklären, nach welchen das Ablöschen eines glühenden Eisens keine Polarität zur Folge haben soll[1]. Jener Ungenannte geht auch dem Reaumur in der Bemerkung voran, dafs Hämmern, Feilen, Bohren u. s. w., das Eisen magnetisch mache. In Betreff der Abkühlung des glühenden Eisens bemerkt er sorgfältig, dafs eine gewisse Neigung des Eisens nach Norden, und überhaupt die verticale Lage ihm stärkern Magnetismus ertheile, als wenn es in anderer Lage in der Richtung des Meridians abgekühlt wird. Alle Punzen und Bohrer seyen an der Spitze nordpolarisch, weil dieses Ende beim Gebrauche und bei ihrer Härtung immer das untere sey. Feuer zerstöre alle feste Pole, die sie durch einen Magnet, oder sonst wie dem Eisen mitgetheilt; aber es vermehre oder vielmehr behindere weniger den Magnetismus, der von der Erde herkommt (*it increases, or rather less hinders that Magnetism, which proceeds from the Earth*), d. h. wenn ein Draht oder eine Eisenstange an einem Ende erhitzt wird, so erhält dieses einen veränderlichen Pol, aber die Wirkung ist im erhitzten Zustande kräftiger als im kalten. Ueberhaupt zeigen sich die veränderlichen Pole wirksamer in grofsen, als in kleinen Stangen; anders jedoch verhalte es sich mit den fixirten Polen[2]."

Es ist für die Geschichte der Wissenschaften merkwürdig, dass es beinahe anderthalb Jahrhunderte bedurfte, ehe durch Canby und später durch Barlow und Bonnycastle diese

1 Mém. de l'Acad. de Paris. 1725.

2 Philos. Trans. f. 1694. Nr. 214. und Lowthorp's Philos. Trans. abrid. T. II. p. 603.

längst vergessenen Thatsachen als eine neue Entdeckung der hervorgerufen wurden. Erst die im Jahre 1810 von Seefahrer FLINDERS angeregte Ablenkung der Magnet durch das Eisen in den Schiffen führte vornehmlich die lischen Naturforscher auf die Untersuchung des wander Magnetismus in verticalen Eisenstäben zurück. SCORESBY stätigte die gröfsere Empfänglichkeit des warmen Eisens den terrestrischen Magnetismus, und zeigte, dafs ein rot hender Eisenstab von 6½ Zoll Länge und ¼ Zoll Dicke einem Abstande von 1½ Zoll, die Magnetnadel um 6 lenkte, während er im kalten Zustande nur eine Declination von 27½° bewirkt hatte [1]. Sehr umständlich beschäftigte sich mit diesem Gegenstande der durch mehrere deckungen im Gebiete des Magnetismus, so wie durch thematische und optische Arbeiten berühmte Professor LOW in Woolwich, indem er in Folge seiner Versuche die Magnetisirbarkeit der verschiedenen Eisen- und Stahlten [2] von der Idee ausging, dafs die Leitungsfähigkeit dessens im Verhältnifs seiner Weichheit stehe, und dafs im glühenden Zustande alle Sorten von Eisen die ni Ablenkung der Magnetnadel bewirken müssen. Er versich zu dem Ende zwei Stäbe, den einen von geschmie den andern von Gufseisen, die 25 Zoll Länge und ¼ Z Kanten hatten[3]. Diese wurden in der Richtung der ma schen Neigung auf einem Gestelle befestigt, so dafs s ihre ganze Länge erhoben werden konnten, um success de Enden einer 6 Zoll weit abstehenden Compafsnadel zontal gegenüber zu bringen. Es ergab sich Folgendes einstimmend aus mehrern Versuchen[4]:

Stange von Gufseisen.

	kalt	weifsglühend	dunkelrothgl (blood-
Ablenkung	21° 30′	0°	62°

1 Transact. of the Roy Soc. of Edinburgh. T. IX. p. 254.

2 S. oben III. Nr. 6. Verschiedenheit von Eisen und St. Bezug auf den Magnetismus.

3 Essay on magnetic attraction. 2te Ed.

4 S. BARLOW's Abh. über den Magnetismus in der Enc. Metropolitana. p. 757.

Stange von Schmiedeeisen.

kalt		weifsglühend	dunkelrothglühend
Ende A 37° 0′ - B 43 0′	40° 0	0	55

Als die Stangen, obwohl in der Richtung der Neigung ...end, nun 2 Zolle gehoben wurden, gingen die Ablen...gen beim Gufseisen auf 78° 30′ und beim Schmiedeeisen auf ...30′.

Hierbei ist zu bemerken, dafs die durch die Hitze er...gte gröfsere Anziehung der Nadel mit der Erkältung kei...wegs abfiel, in sofern nämlich die Stange ungestört an ih... Platze blieb; sie erhielt sich einige Tage. Aber dann ... die Stange zugleich einen festen Magnetismus ange...men, was sich daraus ergab, dafs sie beim Umwenden ... schwächere Ablenkung bewirkte, während im Experi...nte selbst, so lange noch einige Röthe am Eisen sichtbar ..., beide Enden gleiche Stärke bewiesen. Wurde hingegen ... Stange eine Zeitlang in horizontaler Lage behalten, oder ... andern Eisen bei Seite gelegt, so trat wieder ihre gewöhn...e Anziehung ein.

Die Einwirkung des Eisens auf die Nadel zeigte sich, so ... das Hellrothglühen sich einstellte, und war nach ein bis ... Minuten in ihrem Maximum. Auffallend ist immerhin, ... Gufseisen, welches im kalten Zustande einen evident ge...ern Magnetismus annimmt, beim Glühen dem Schmiedeei... hierin überlegen ist.

Versuche mit weichem Eisen und Stahl (*Shear Steel*).

Eisen.

kalt		weifsglühend	rothglühend
...l. v. A. 16° 30′ - B. 13° 30′	15′ 10′	0°	41° 11′

Stahl, weich.

kalt		weifsglühend	rothglühend
...l. A. 11° 30′ B. 10° 30′	11° 0′	0°	48° 0′

Stahl, hart.

kalt		weifsglühend	rothglühend
...bl. A. 15° 30′ B. 0° 30′	8° 0	0°	47° 30′.

Auch hier bewährt sich offenbar die Richtigkeit der Vor-

aussetzung, dafs die Permeabilität des Eisens oder Stahls : den Magnetismus sich nach dem Grade ihrer Erweichung ri dafs in der Weifsglühhitze aller Magnetismus aufhöre und Dunkelrothglühen sein Maximum erreiche.

Wir kommen nun zu einer Entdeckung Barlow's, d wenn sie gegründet wäre, zu den merkwürdigsten Ersch nungen im Gebiete des Magnetismus gehören würde, de wir jedoch nach unsrer Ansicht keine Erwähnung zu mac hätten, wenn nicht, wie oft geschieht, dem geistvollen V fasser jenseits des Canals die diesseits vorgenommene richtigung derselben unbekannt geblieben wäre[1]. Sie trifft die vermeintliche *Umwendung der Polarität* der Sta während ihres Uebergangs von der Weifsglühhitze zum R glühen.

Barlow hatte seine in der Richtung der Neigung liegende Eisenstange um 4 Zoll höher gestellt. Die N befand sich westwärts davon, etwa 4 Zoll tiefer, und zeigte sie im angeführten Falle eine umgekehrte (neg Abweichung von 4½°. Man hob nun die Stange auf 6 und die anomale Wirkung ging auf 10½°. So stand die del zwei Minuten lang, kehrte dann aber plötzlich zu Abweichung von 81° nach dem gewöhnlichen Sinne zu Die paradoxe Kraft schien also mit der *Annäherung zur der Stange zuzunehmen*, und es fragte sich, ob unterhal Mitte die nämliche Umkehrung der gewöhnlichen Anzi statt finden würde. Zur Entscheidung dieses Punctes w die Boussole so weit herabgesetzt, dafs sie 6 Zoll über untern Ende des Stabes sich befand, in welcher Lage er eine Abweichung von 21° nach der gewöhnlichen Ric zu erkennen gab. Nach seiner Erhitzung war, wie i beim Weifsglühen, aller Magnetismus des Stabes versch den, allein so wie die Wärme in Hellroth überging, er die umgekehrte Anziehung und ging bald auf 10½°, wob Nordende der Nadel nach der Stange hin gezogen wurde blieb sie eine kurze Zeit, und ging dann stufenweise d

---

1 Barlow giebt dieselbe in ziemlicher Ausdehnung in der 1830. erschienenen Encyclopedia Metropolitana. Art. *Magnetis* 758 und 759., s. auch Philos. Trans. f. 1821. p. 1.

den auf die entgegengesetzte Seite über, wo sie in 70° sich festsetzte.

Aufser zwei Stäben von Gufseisen und zwei von Schmieeisen von den obenbemerkten Dimensionen hatte der Verer sich noch zwei andere verschafft, die nie erhitzt wurund als Standmafse der kalten Anziehung dienen sollten, diese Beständigkeit von den ausgeglühten Stangen nicht zu rten war.

Jeder Versuch erheischte etwa eine Viertelstunde; die ifsglühhitze hielt sich gemeiniglich etwa drei Minuten lang, n begann die negative Anziehung und währte etwa zwei uten, worauf die regelmäfsige sich einstellte, was zuweilen rasch, zuweilen ganz allmälig vor sich ging. In der Rehatte in der angegebenen Zeit die Nadel ihren bleibenden nd erreicht.

Barlow führt in seiner Abhandlung 38 vollständige Eximente an, in welchen die Nummer und Art der Stange, Höhe ihres Mittelpuncts gegen die Ebene der Boussole, r Abstand der letztern, ihr Azimuth von der Stange aus genet, sodann die Anziehung im kalten Zustande, in der eifsglühhitze, im hellrothen und blutrothen Glühen nach den und Richtung bemerkt ist. Für die letztere wird die öhnliche Abweichung durch +, die anomale durch — bechnet. Wir entheben derselben folgende Beobachtungen it der geschmiedeten Stange Nr. 2.

Versuch	Mitte der Stange über oder unter d. Nadel	Abstand d. Stange von der Nadel	Lage der Boussole	Abweichung kalt	Abweichung weifsglühend	Abweichung hellroth	Abweichung blutroth	Bemerkungen.
Nr.	Zolle	Zolle						
2	4,5 unt.	6,0	S 80° W	+ 30° 0′	0 0′	0° 0′	+ 45° 0′	
11	12,5 unt.	8,5	N 80 W	+ 29 30	0 0	0 0	+ 37 30	An zwei Compassen beobacht.
15	9,0 unt.	8,5	N 80 W	+ 28 30	0 0	— 1 0	+ 39 30	do.
19	6,0 unt.	8,5	N 80 W	+ 25 0	0 0	— 3 0	+ 32 30	do.
23	3,0 unt.	6,0	S 80 E	+ 8 0	0 0	— 21 30	Nicht beob.	
26	1,0 über	5,3	N 60 W	+ 2 0	0 0	— 4 30	+ 5 30	Stufenweise Anziehung.
28	9,0 über	6,0	N 85 E	+ 47 30	0 0	— 2 30	+ 60 0	Ebenso
30	1,0 über	5,5	N 45 W	Nicht beob.	0 0	— 55 0	+ 5 45	d. magnet. Anz. plötzlich.

Bei allen diesen Versuchen hatten die Stäbe die Lage der Neigungsnadel, und in der Regel war die negative Anziehung da am gröſsten, wo die positive am kleinsten war, nämlich gegen die Mitte der Stange. Noch wurden einige Versuche mit Stangen in einer Lage angestellt, die mit der angegebenen einen rechten Winkel bildete, allein mit viel schwächerer Wirkung, so daſs die negative Anziehung nicht über 2°,5 ging. Ein Versuch mit einer 24pfünder Kugel fiel wegen der groſsen Hitze etwas ungenau aus. Die Angaben waren

Kalte Anziehung	+ 13° 30′;	Weiſsglühhitze	0° 0′
Rothglühen	— 3 30;	Dunkelrothglühen	+ 19 20.

Um den Verdacht, daſs vielleicht die Ursache der negativen Anziehung in der Hitze selbst liege, zu berichtigen, verschaffte man sich zwei Kupferstangen von nahe denselben Dimensionen. Sie wurden so stark erhitzt, als das Metall ertragen konnte, zeigten aber durchaus keine Wirkung auf die Nadel.

So weit die Versuche von Barlow. Leider fehlen die nähern Angaben über die Art, wie die glühende Eisenstange festgehalten worden sey. Vermuthlich war sie auf dem verschieblichen Gestelle auf das untere Ende gestützt und mit dem obern in der Neigung von 70° angelehnt. Diese Annahme gewinnt durch die Bemerkung Barlow's, daſs die Stange an ihren Enden schneller, als gegen die Mitte erkaltet sey, und dadurch jene Anomalien bewirkt haben möchte, einige Wahrscheinlichkeit. Barlow selbst findet jedoch auch diesen Erklärungsgrund ungenügend, und fordert mit lobenswürdiger Wahrheitsliebe auch andere zur Fortsetzung dieser Untersuchungen auf.

Dieser Aufforderung entsprach im J. 1827 ein Naturforscher, dessen Name durch die bedeutendsten Entdeckungen an die neue Epoche des Magnetismus geknüpft ist, Dr. T. J. Seebeck in Berlin. Mit einem etwas kleinen Apparate machte er jene Versuche durch und überzeugte sich, daſs jene anomalen Polaritäten eine Folge örtlicher Erkältungen der Stange seyen, wobei durch die isolirende Kraft der Weiſsglühhitze partielle Systeme des terrestrischen Magnetismus in der Stange sich bilden, so daſs selbst in ihrer untern Hälfte die höhern Stellen, der gewöhnlichen Regel entgegen, Südpolarität ent-

wickeln und über der Mitte eine nördliche statt finden l.
Die von ihm erhaltenen Resultate bestehen in Folgendem[1]

Eine Stange von Stabeisen, 1 Fufs rheinl. lang u. Zoll ins Gevierte dick, wurde vor einem Gebläse mö gleichförmig erhitzt. Gleich nachdem die Stange aus dem I kam, zeigte sie der ganzen Länge nach nicht die min Wirkung auf die Magnetnadel, welcher sie (in der Mitt einer kalten eisernen Schmiedezange gehalten) in vert Stellung bis auf 4 Zoll genähert wurde. Bald aber t ober- und unterhalb der Mitte der Stange, ganz nahe der Zange, zwei schwache magnetische Pole hervor, unte Nordpol, oben ein Südpol, wie sich aus der Wirkung d Puncte auf die Magnetnadel ergab, als sie sich mit der N in derselben Horizontalebene befanden. Die Stange war diese Pole hervortraten, nach den Enden hin noch h glühend, und die Enden selbst verhielten sich noch in rent gegen die Magnetnadel. Die Pole oberhalb und unte der Mitte der Stange nahmen bei fortschreitender Abküh an Stärke zu und breiteten sich, der Nordpol nach dem tern Ende, der Südpol nach dem obern Ende der Stange immer mehr aus. Diese Pole waren, als die Enden der S ge roth glühten und noch nicht auf die Magnetnadel wir Fig. 149. in c und d, ungefähr 1½ Zoll von der Mitte m der St am stärksten. Die magnetische Polarisation der Stange s bei zunehmender Abkühlung derselben immer weiter g die Enden a und b hin fort, wurde hierauf in f und stärksten, in c und d aber schwächer als zuvor, und al Stange dunkelroth, doch noch im Tageslichte sichtbar gl an den Enden a und b am stärksten gefunden. Die g untere Hälfte der Stange hatte nun Nordpolarität und die Südpolarität, beide stetig abnehmend gegen die Mitte hi in m, oder doch in dessen Nähe, befand sich der punct, wo er auch vor dem Glühen der Stange gefunden den war.

Bei diesen mit derselben Stange mehrmals wiederh auch mit zwei andern Stangen veranstalteten Versuchen, de die eiserne Zange, die in einem messingenen Haken i

---

1 Abh. der physic. Classe d. Akad. d. W. in Berlin. J. 18. 129 und Pogg. Ann. X. S. 47.

er horizontal und im magnetischen Aequator gehalten. Auch e Stange von $26\frac{1}{4}$ Zoll Länge und 1 Z. Dicke, welche in r Mitte mit einer starken und kalten Zange von Kupfer ge-en wurde, gab die nämlichen Resultate. Im Weifsglühen r sie indifferent und erst beim Rothglühen erschien in b r der Zange ein Südpol und unter ihr ein Nordpol. Bei-Pole rückten sodann allmälig mit zunehmender Intensi-den Enden a und b zu; beim Dunkelrothglühen (doch im gslichte noch erkennbar) war diese im Maximum. Der e Verlauf war bei dieser Stange etwas langsamer, als bei kleinern Stäben.

Mit den letztern wurde nun noch der Versuch dahin ab-dert, dafs sie nicht in der Mitte, sondern an den Enden ten wurden. Als die 12 Zoll lange Stange an ihrem n Ende in eine kalte Schmiedezange eingeklemmt wurde, bei der Abkühlung zuerst ein schwacher Nordpol dicht r der Zange hervor. Bald dehnte er sich weiter aus, n c ($1\frac{1}{2}$ Z. vom Ende a) am stärksten, nahm von dort an, Fig. 150.
die Mitte der Stange ab, war in f (4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll über und in dem ganzen übrigen Raume bis b = Null. Un- rückte das Maximum der Nordpolarität von c nach d Z. von a) hinunter, doch zeigte das untere Ende b noch e Polarität. Jetzt aber erschien oben bei a ein entschie-r Südpol, und beim Dunkelrothglühen der Stange hatte b seinen Nordpol erhalten, wobei jedoch der magneti- Mittelpunct 2 Zoll über die Mitte der Stange zu stehn

Als der Versuch auf gleiche Weise mit einer kupfer-Zange wiederholt wurde, zeigten sich die gleichen Er-nungen, nur erschien oben der Südpol in a gleichzeitig dem Nordpol in c.

Die Stange wurde hierauf glühend an beiden Enden zwi- zwei kalten Schmiedezangen gefafst. Es erschien gleich- unterhalb der obern Zange ein Nordpol und ober- der untern ein Südpol, während die Mitte der Stange unwirksam blieb. Beide rückten gegen die Mitte, bald waren sie verschwunden und die gewöhnliche Polarität sich eingestellt.

Der nämliche Versuch wurde mit einer gröfsern Stange, Fig. 151.
18 Zoll Länge und $\frac{7}{8}$ Zoll Dicke wiederholt. Sie wurde chen zwei starken Schmiedezangen oben und unten ge-

halten. Obwohl die umgebende Temperatur — 2° R. betrug so blieb die Stange dennoch wohl über eine Minute lang auf eine 3 bis 4 Zoll entfernte Magnetnadel ohne Wirkung. Dann traten über und unter den Zangen vier Pole hervor, in a und d Südpole, in c und b Nordpole. Sie nahmen an Stärke fortwährend zu, die beiden innern Pole c und d rückten beide immer mehr der Mitte m zu, wo sie zuletzt noch durch einen isolirenden Raum getrennt waren, der nur eine Scheidungslinie bildete, über welcher nördliche und unter welcher südliche Polarität sich befand. Im Augenblick waren auch diese verschwunden, und die Polarität der Stange der Regel gemäfs angeordnet, so dafs auch der Indifferenzpunct genau in der Mitte lag. Die Enden bewirkten auf 3 Zoll Distanz eine Abweichung von 50°, und selbst bei den innern Polen, als der Nordpol c sich nur 1 Zoll über m befand, ging sie bis auf 45°. Der Grund dieser Verstärkung ist wohl darin zu suchen, dafs in einer längern Eisenstange die Polaritäten stärker hervortreten, als in einer kürzern, mithin auch die innern Pole ihrem Maximum am nächsten sind, wenn sie bei der Mitte m am Ende einer halben Stangenlänge sich befinden.

Durch diese Versuche wird das Paradoxe von Barlow's Entdeckung vollständig erklärt. Die beiden innern Pole sind seine *negativen* und mit ihrer Entfernung von den Enden nimmt auch die Stangenlänge eines jeden, mithin auch ihre Kraft zu. Durch die gröfsere Wärme in der Mitte der Stange bleiben sie so lange getrennt und isolirt, bis mit dem Verschwinden des Hellrothglühens auch diese Scheidewand aufhört, und durch ihr Zusammenströmen eine plötzliche Neutralisirung eintritt.

Um endlich den Verdacht eines störenden Einflusses der Zangen ganz zu beseitigen, wurde eine 16 Zoll lange Stange in der Mitte mit starkem Eisendraht umwunden, dessen hervorstehendes Ende von einer kupfernen Zange gefafst wurde. Nach einer Minute, als das Weifsglühen vorbei war, zeigte
Fig. 149. sich $1\frac{1}{2}$ Z. unter m bei d ein Südpol, und ganz unten bei b ein Nordpol. Ebenso in der obern Hälfte der Stange $1\frac{1}{2}$ Z. über m bei c ein Nordpol, oben bei a ein Südpol. Der Raum zwischen c und d, welcher noch hell glühte, hatte keine Wirkung auf die Magnetnadel. Doch auch die übrigen Theile

die Stange von a bis c und von d bis b waren noch rothglühend, als die vier Pole in a, c, d und b erschienen. Als aber die Stange dunkelroth geworden war, waren die innern Pole c und d verschwunden und nur die Pole in a und b übrig geblieben, welche die Nadel um 45° ablenkten, der Indifferenzpunct lag in m, vor dem Glühen hatte die Ablenkung nur 22° betragen. Hatte man in den letztern Versuchen die Mitte der Stangen vorzüglich erhitzt, so wurde nun Sorge getragen, die Enden heiſser als die Mitte zu machen. Als die Stange aus dem Feuer kam, wirkte kein Theil derselben auf die Magnetnadel. Nach einiger Zeit trat in m, da wo die Stange mit Draht umwunden war, ein schwacher Nordpol hervor, der sich niederwärts bei d (1½ Z. unter m) ausbreitete: ebenso hart über dem Drahte bei m ein Südpol, der bis c hinanstieg. Noch waren die Enden der Stange unpolar; doch in kurzer Zeit hatte sich die Nordpolarisation von d bis b gesenkt und die südliche von c bis a erhoben, und dieses noch schon als die Stange dunkelroth glühte. Die ganze obere Hälfte derselben hatte ihren südlichen und die untere ihren nördlichen Magnetismus erhalten, und zwar war dieser in der ganzen Ausdehnung gleich stark, und erst bei vollständiger Abkühlung fand er sich in den Enden der Stange concentrirt.

Noch wurde der Einfluſs untersucht, den die Wärme auf den in einer Eisenstange *durch Vertheilung* erregten Magnetismus ausübte. Die 26 Zoll lange Eisenstange E wurde Fig. 152. zwischen die Boussole C und den Magnetstab M in horizontaler Lage und in der Richtung des magnetischen Aequators gelegt, so daſs das Nordende n des Magnetstabes 31½ Zoll von C abstand. Ohne die Eisenstange vermochte der Magnet nur eine östliche Ablenkung der Nordspitze der Nadel von 17° zu bewirken; hingegen mit der kalten Stange E, als ihr Ende a von C nur 3 Zoll entfernt war, stieg diese auf 64°. Als die Stange nun glühend, auf ein Paar Kupferstäben ruhend, in eben diese Lage gebracht wurde, blieb, so lange sie weiſsglühend war, die Abweichung auf 17°, gleich als ob kein Eisen zwischen dem Magnetstabe und der Nadel sich befände. Erst als sie die *dunkelrothe* Farbe angenommen hatte, bewegte sich die Nadel langsam und stetig nach Osten bis auf 77°, und blieb nach dem völligen Erkalten bei 75° stehn.

Ein zweiter Versuch mit einer Stange von 18 Zoll,
Fig. 153. ter welcher aufser der Nadel in C zwei andere in D u
angebracht waren, zeigte, dafs (vielleicht in Folge der k
kupfernen Unterlagen) mehrere consecutive Pole in der I
stange gebildet wurden, wobei jedoch nach dem Erkalte
Richtungen der Nadel so ziemlich mit denjenigen übereinst
ten, welche vor dem Glühen statt gefunden hatten.

Dafs die *Weifsglühhitze* auch in *Magnetstäben* voll
men isolirend wirke, ergab sich aus folgendem Versuche.
runder Magnetstab von 1 Fufs Länge und 2 Lin. Durch
ser wurde durch das Feuer einer Glasbläserlampe mit W
geistflamme in der Mitte glühend gemacht. Es erschiene
gleich neue und starkwirkende Pole über und unter der
henden Stelle, welche die entgegengesetzten waren von
nen, die am zunächst gegenüberstehenden Ende sich b
den. Der Stab war also ein *Doppelmagnet* geworden.
sobald seine Mitte dunkelroth glühte, verschwand jene
nung, und er war wieder ein einfacher Magnet wie zu

Seebeck fand ferner die schon von den ältern Na
schern gemachten Erfahrungen über den Einflufs der V
auf die magnetische Mittheilung durch seine Versuche
tigt. Die Eisenstäbe waren *nach dem Glühen* empfän
für den terrestrischen Magnetismus, als vor demselben.
wurde die anziehende Kraft eines kalten Stabes auf d
gnetnadel durch das Glühen von 13° bis auf 42° gest
Kalte Eisenstangen erhalten, wenn sie auch mehrere Tage
tical gestellt werden, nie die Stärke des Magnetismus und
nie feste Pole, wie die glühenden und in dieser Stellung
kaltenden Stangen in sehr kurzer Zeit gewinnen.

Durch Seebeck's Untersuchungen ist nun das Sch
einer Umkehrung der Polaritäten in dem kurzen Interval
Hellrothglühhitze beseitigt und die ganze Erscheinung a
gewöhnliche Zerlegung der Polaritäten durch den Magn
mus der Erde zurückgeführt, und wir sind namentlich
der schwierigen Aufgabe überhoben, zu erklären, wie
Gröfse gerade im Puncte ihres Maximums auf ihre Entg
setzung übergehn könne.

Ein Paar spätere Beobachtungen von W. Ritchie[1]

---

1 Pogg. A. XIV. 150.

zeigen ebenfalls die Aufhebung alles Magnetismus durch die Weifsglühhitze, und seine vermehrte Fortleitung im Zustande des Rothglühens. Sie erhalten noch ein besonderes Interesse durch parallele Beobachtungen über die Leitungsfähigkeit des weifsglühenden Eisens für die Elektricität, indem sie zeigen, dafs zwar zwischen dem Leitungsvermögen des kalten und des weifsglühenden Eisens kein Unterschied sey, dafs aber bei Elektricitäten von mäfsiger Spannung das weifsglühende Eisen dem elektrischen Conductor sein Fluidum wie die Spitzen durch blofses Einsaugen entziehe, während das kalte durch überschlagende Funken sich desselben bemächtigt.

Ueber das Verhalten des *Stahls* in hohen Temperaturen hat einzig Coulomb Versuche angestellt, und auch diese wären für die Wissenschaft verloren gegangen, hätte nicht Biot sie aus seinem handschriftlichen Nachlasse ans Licht gezogen. Sie beweisen die Abnahme der magnetischen Kraft im Stahl durch die Zunahme der Temperatur, und zeichnen sich besonders auch durch eine, bei der Mangelhaftigkeit unserer pyrometrischen Mittel sehr willkommene, genäherte Bestimmung der höhern Wärmegrade aus. Coulomb wählte zu seinen Versuchen einen Stab von 6 Zollen Länge, 6¼ Lin. Breite und 2,2 Lin. Dicke; der Stahl war von einer Sorte, die mit sieben Sternen bezeichnet war. Die hohen Temperaturen bestimmte er auf calorimetrischem Wege durch Ablöschen des Stahls in Wasser von 12° R. Der Stab wurde erst ausgeglüht, langsam abgekühlt und hierauf bis zur Sättigung magnetisirt. Er vollendete er bei 12° R. 10 Schwingungen in 93 Secunden. Sodann wurde er jedesmal bis auf eine gewisse Temperatur erhitzt, in Wasser von 12° R. getaucht und nach dem Abkühlen, ohne magnetisirt zu werden, auf die Zahl seiner Schwingungzeit geprüft. Es ergab sich Folgendes:

Temp. nach Reaum.	Dauer von 10 Schwingungen.	Verhältnifs der Kräfte.
12°	93″	1,0000
40	97,5	0,9098
80	104	0,7845
211	147	0,4002
340	215	0,1880
510	290	0,1028
680	sehr grofs.	

Bemerkenswerth ist hierbei, dafs der Stahl beim Ein-

tauchen in das Wasser von 12° R. keine Härtung annahm, so lange die Hitze unter 700° R. blieb. Er liefs sich feilen und biegen, wie wenn er ganz angelassen worden wäre. Erst gegen 750° nahm er an den Kanten etwas Härtung an. Coulomb bemerkt jedoch die Farbe nicht, die er in den verschiedenen Graden der Erhitzung hatte. Wurde der Stab nach einer Erhitzung unter 700° R. in 12° R. abgelöscht und dann wieder magnetisirt, so kam er jedesmal auf 93″ für 10 Schwingungen; ebenfalls ein Beweis, dafs die Anordnung seiner Molecülen keine Aenderung erlitten hatte. Umgekehrt verstärkte sich sein Magnetismus, wenn er bei höheren Temperaturen abgekühlt und dann magnetisirt wurde. Er kam

bei	780° R.	auf	78″	daraus Kraftzunahme	1,4216
-	860 -	-	64	-	2,1057
-	950 -	-	63	-	2,1791

Bei noch gröfserer Erhitzung nahm der Magnetismus nicht mehr zu. Wurde umgekehrt der Stab nach der vollkommenen Härtung magnetisirt, und dann in verschiedenen Wärmegraden angelassen, wobei man ihn jedesmal wieder ganz erkalten liefs, so zeigte er folgende Schwingungszeiten

Wärme	Zeit v. 10 Schw.	Schwächung.
12° R.	- - 63 -	1,0000
80 .	- - 66 -	0,9324
214 (blau)	- - 80 -	0,6202
410 (wasserblau)	- - 170 -	0,1373.

Vergleicht man die Abnahme der magnetischen Kraft mit den Resultaten des ersten Versuchs, so zeigt sich, dafs der *harte Stahl durch die nämliche Erwärmung viel weniger von seiner Kraft verliert als der weiche.* Auch darin unterscheidet er sich vom weichen Stahl, dafs er nach einer solchen Erwärmung durch frisches Magnetisiren *nie wieder* auf den ersten Grad der Stärke zu bringen war, da hingegen der weiche Stahl jedesmal auf die ursprüngliche Schwingungszeit von 93″ gebracht wurde. Dieses ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Wärme	Zeit v. 10 Schw. nach neuem Magnetisiren
12° R.	- - 63″
214 -	- - 64,5
410 Wasserfarbe	- - 70
900 Hellkirschroth	- - 93.

Bei allen diesen Versuchen betrug die Länge des Stabes das 30fache seiner Dicke, und für Stäbe von diesem Dimensionsverhältnisse oder auch noch kürzere gelten immerhin gefundenen Resultate. Anders verhält es sich mit längern dünnern Stäben. Bei diesen findet die gröfste Empfänglichkeit nicht im Zustande der gröfsten Härtung, sondern einer Anlassung von etwa 500° R. statt, ohne Zweifel wegen, weil in so langen Stäben sich mehrere Pole bilden, dann erst bei zunehmender Permeabilität des Stabes durch Anlassen zusammenfliefsen und in die beiden Hälften des sich theilen.

Bisher haben wir nur die Wirkung auffallender Wärme- auf den Magnetismus betrachtet; wir kommen jetzt zu kleinern Einflüssen der Wärme auf den Magnet, die zu in einem scheinbaren Gegensatze stehn. Wenn nämlich dort durch die Rothglühhitze die magnetische Kraft des begünstigt wurde, so finden wir hingegen hier die Wirkung der *Magnete* durch die Zunahme der Wärme in bestimmtem Maſse vermindert. Beides stimmt jedoch mit der früher aufgenommenen Vorstellung überein, dafs die Fähigkeit des Eisens, einen fremden Magnetismus in sich aufzunehmen, durch seine Weichheit, hingegen das Vermögen, ihn festzuhalten, durch seine Härte begünstigt werde. Daher sind Stahl, Schmiedeeisen und Gufseisen in der ersten Beziehung einander gleich, sobald sie im Zustande des Glühens sich befinden, ja das letztere Material gestattet alsdann dem Erdmagnetismus noch ein besseres Eindringen; umgekehrt wird durch die Wärme, deren Wirkung zunächst auf Ausdehnung des Körpers, Erweiterung seiner Poren, Schwächung seines Zusammenhangs, Erweichung hingeht, die sogenannte Coërcitivkraft (*vis retentionis*) des Magnets vermindert und er mithin genöthigt, einen Theil seiner magnetischen Kraft fahren zu lassen. Nicht nur wird also, wie dieses bereits die Versuche der ältern Naturforscher lehren, ein Magnet durch das Ausglühen seiner Fähigkeit beraubt, sondern auch eine geringe Erwärmung vermindert seine Anziehungs- und Abstofsungskräfte.

Der erste, der dieses durch bestimmte Versuche darthat, war Canton[1], als er im Jahre 1759 die von Graham im J.

1 Philos. Trans. f. 1759. Vol. LI. pt. I. p. 398.

1722 und 1723 angestellten Beobachtungen über die täglichen Variation der Magnetnadel einer nähern Untersuchung unterwarf. Er unterschied bald jene Aenderungen in regelmäßige und unregelmäſsige und bemühte sich, die erstern von der Erwärmung der Erde durch die Sonne auf der Ost- oder Westseite des Meridians, die andern vom Einflusse der Nordlichter abzuleiten, beide aber auf die gleiche Grundursache zurückzuführen. Seine Versuche sind folgende.] Er legte im Nordosten einer Boussole von 3 Zoll Durchmesser einen kleinen Magnet in derjenigen Entfernung hin, daſs er eine Ablenkung von 45° bewirkte. Auf dem Magnete stand ein hohles Messinggewicht von 16 Unzen. Dieses wurde mit 2 Unzen heiſsen Wassers gefüllt und theilte allmälig dem Magnete eine geringe Erwärmung mit, in Folge welcher die Nadel nach 8 Minuten auf 44°,25 zurückging. Entscheidender war der Versuch, als er noch einen zweiten Magnet gleicher Gröſse im Nordwesten der Nadel so anbrachte, daſs er sie für sich allein um 45° ablenkte. Durch die vereinte Wirkung beider Magnete blieb nun die Nadel im Meridiane. Siedendes Wasser in das östliche Gefäſs, welches den Magnet beschwerte, gegossen lieſs die Nadel nach 7 Minuten um 2°,75 nach Westen gehn, und als CANTON auch das westliche Gefäſs füllte, bewegte sich die Nadel in der ersten Minute wieder einen Grade dem Meridiane zu und war in 7 Minuten schon einen Grad ostwärts. Mit dem Erkalten beider Magnete kehrte sie wieder in den Meridian zurück.

Im Jahre 1767 hatte SAUSSURE vor seiner ersten Besteigung des Montblanc sich mit einem Apparate versehn, der dazu dienen sollte, die Intensität der magnetischen Anziehung in verschiedenen Höhen zu prüfen. Da die Resultate zu wenig Uebereinstimmung zeigten, so fand er sich erst mehrere Jahre später veranlaſst, sich zu diesem Zweck ein besseres Werkzeug zu verschaffen, das er im Jahre 1779 unter dem Namen *Magnetometer* beschrieben[1] und im Jahre 1788 bei seinem Aufenthalte auf dem Col du Géant in Anwendung gebracht hat[2]. Es war ein solides Pendel, an dessen unterem Ende sich eine Eisenkugel befand, die von einem Magnet

1 Voy. dans les Alpes. T. I. p. 378.
2 Eb. T. IV. p. 313.

...nten Entfernungen angezogen wurde, wodurch das Pen... seiner verticalen Lage kam. Es zeigte sich als ein ... empfindliches Instrument, bei welchem besonders der ...ichende Einflufs der Wärme auf die magnetische Anzie... so unbezweifelt hervortrat, dafs eine Temperaturverän... von $\frac{1}{4}$ Grad Reaum. daran zu erkennen war. Eigent... physikalische Untersuchungen über den Magnetismus scheint ... nicht angestellt zu haben.

...CITON's Versuche wurden im J. 1803 durch den ge... und scharfsinnigen HÄLLSTRÖM[1] wiederholt und be... Dem Nordpole einer frei aufgehängten Nadel gegen... auf der Ostseite derselben wurde in einem Abstande von ... der Nordpol eines Magnets hingelegt, so dafs die Na... nach Westen *abgestofsen* wurde. Die umgebende ...peratur war + 20° C. Nun wurde der Magnet durch ...gossenes heifses Wasser bis + 80° C. erwärmt, wodurch ... Abstofsung der Magnetnadel sich um 2′ 46″ verringerte. ... wurde er durch hinzugelegten Schnee bis auf 0° er..., was die Nadel um 3′ 42″ zurückgehn machte. Bei... giebt 2″,77 Aenderung für 1° C. Das nämliche Verfah... wurde wiederholt, als der Südpol des Magnets auf der ... dem Nordpole der Nadel auf $1\frac{1}{2}$ Fufs Distanz zu...wendet war, wobei also *Anziehung* der Nadel statt fand. ... Abweichungswinkel wurde hierdurch für 80° C. um 5′46″ ...ndert, was für 1° C. 4″,3 giebt. (Nach den Quadraten ... Abstände wäre die Aenderung = 4″,9 geworden, inso... beide Pole gleiche Kraft hatten.) Endlich wurde noch im ... von 0,9 Fufs die Aenderung der Nadel für ein Wär...intervall von 70° C. = 12′ 0″,9 gefunden, was 10″,3 für ... ausmacht. Die Nadel befand sich in einer gläsernen ... und die Versuche wurden in wenigen Minuten abge..., so dafs die Nadel selbst weder von einem Temperatur...wechsel noch von ihrer eigenthümlichen Bewegung irgend eine ...änderung erleiden konnte. Beides, Anziehung und Ab...stofsung, wird also durch die Wärme vermindert, durch die ... vermehrt.

... um die gleiche Zeit (im J. 1825.) machten drei ver...schiedene Beobachter, CHRISTIE, HANSTEEN und KUPFFER,

[1] G. XIX. 282.

neue Versuche über den Einfluſs der Wärme bekannt. erstere untersuchte [1] vermittelst einer Torsionswaage, d messingener Drehungsfaden $\frac{1}{120}$ Zoll Durchm. hatte, die lenkung, welche ein starker Magnet, der in verschiedene Te peraturen von — 15,5° R. bis zu + 42° R. gebracht w auf die Nadel ausübte. Es ergab sich im Allgemeinen, die Intensität mit der Kälte sich vermehrte, mit der Wä abnahm. Doch zeigte sich zwischen den beiderseitigen änderungen kein constantes Verhältniſs. Von 21° R. a die Intensität in stärkerem Maſse abzunehmen und bei Temperatur über 30° R. wurde ein Theil der Kraft blei zerstört. Die Wirkung der Wärme ist augenblicklich, we Christie den Schluſs macht, daſs die magnetische Kraft nur an der Oberfläche oder sehr nahe darunter aufhalte.

Hansteen's [2] Untersuchungen hatten, wie die er wähnten von Coulomb, mehr zum Zweck, den Grad Härtung auszumitteln, welcher der Empfänglichkeit des gnetismus und seiner Festhaltung am günstigsten ist. Z vollkommen gleiche Cylinder von englischem Guſsstahl 43 Lin. Länge bei 1,1 Lin. Dicke wurden gehärtet und eine zur strohgelben Farbe angelassen. Beide wurden dur 20 Doppelstriche magnetisirt. Am 1. Mai 1821 machte harte Cylinder 100 Schwingungen in 340″,15, der angelau in 288″,8; diese Zeiten nahmen zu bis zum 30. October, der erstere 345″,36, der letztere 288″,09 gebrauchte. angelaufene Cylinder hatte (vielleicht weil die Magneti nicht bis zur Sättigung getrieben worden war) eine Intensität angenommen, nämlich wie 1,43 zu 1; allein lor auch mehr davon, als der andere.

Vier neue Stahlcylinder von demselben Durchmess 35 par. Lin. Länge wurden zum Härten erst in gesch nes Blei und nachher in Wasser von + 10°,5 R. g und durch zwanzig Doppelstriche magnetisirt. Der Erf wies, daſs die Härtung allzugering war, um einen be den Grad von Magnetismus anzunehmen oder ihn zu ten. Die nämlichen Cylinder wurden nun mit grüne bestrichen, beinahe bis zum Weiſsglühen gebracht und

1 Philos. Trans. f. 1825. pt. I. und Pogg. A. VI. 239.
2 Pogg. A. III. 236.

in einer Salmiakauflösung abgekühlt, die mit Oel über-
n war und eine Temperatur von + 7° R. besaſs. Durch
Doppelstriche magnetisirt machten sie 100 Schwingungen
lgenden Zeiten:

Nr. 1.	318″,44	und nach 20 neuen	306″,07
- 2.	307,30	Doppelstrichen	300,67
- 3.	332,59	-	319,43
- 4.	314,84	-	308,33.

leich also diese Cylinder aus einem Stück Stahl verfertigt
n, gleiche Dimensionen und gleiches Gewicht hatten,
möglichst gleich behandelt wurden, so waren sie den-
nicht auf einerlei Kraft zu bringen. Nr. 2. blieb stets
stärkste, Nr. 3. der schwächste. Sie wurden nun sämmt-
in Leinöl gekocht, und zwar Nr. 1. zehn, Nr. 2 fünf,
3. zwanzig und Nr. 4. funfzehn Minuten lang, nachher
30 Strichen magnetisirt. Sie machten 100 Schw. in fol-
den Zeiten:

Vor dem Kochen bei 40° Strichen	Nach d. Kochen bei 30° Strichen	Zunahme der Intensität.
1. 306,38	249,02	1,5137
2. 299,74	251,10	1,4419
3. 324,42	250,15	1,6407
4. 308,74	253,32	1,4854.

Hansteen schlieſst aus diesen Versuchen, 1) daſs die ge-
ten Cylinder sehr nahe *denselben Grad* des Magnetismus
ten, sie mögen längere oder kürzere Zeit gekocht wer-
2) daſs ein in Oel gekochter Cylinder einen Magnetis-
annehmen könne, der $1\frac{1}{2}$mal *stärker* ist, als derjenige,
chen ein glasharter erhalten kann. Allein diese Schlüsse
unrichtig; dem erstern widersprechen die Intensitäten von
2 und 3., und der letztere ist deswegen unzulässig, weil
Magnetisiren nicht bis zur Sättigung getrieben war. Durch
Hitze des kochenden Leinöls = 310° R. wurden die Na-
in bedeutendem Maſse angelassen, sie nahmen also schnel-
einen gewissen Magnetismus auf, als die harten, deren
rcitivkraft gröſser war. Nach frühern Versuchen wären zur
tigung 60 Doppelstriche erforderlich gewesen. Wirklich
ach ihnen auch die Festhaltung des Magnetismus, die wir
harten Nadeln bemerken. Sie machten 100 Schwingungen

Nr.		am 5. Nov. 1821.	18. Nov. 1821.	7. Apr. 1822.	11. Oct. 1822	Ver
1	in	249,"0	251",2	260",3	.....	1
2	-	251,3	255,0	261,8	263",7	1
3	-	250,3	251,6	261,7	263,0	1
4	-	253,2	255,0	265,8	269,4	1

Sie verloren also in 11 Monaten, was die letzte Colum ausweist.

Noch sind wir mit der Theorie und Praxis der *H des Stahls* so sehr im Dunkeln, dafs auch unsre dar geleiteten Schlüsse über die Coërcitivkraft der Nadeln unsicher ausfallen müssen. Die Temperatur des Ablösc mittels macht die Sache nicht allein aus, denn man kan in Wasser, das durch wiederholtes Ablöschen merklich geworden ist, eine vollständige Härtung erlangen; ka hingegen giebt eine blofse Federhärte. Es wäre selbst Gewerbe sehr zu wünschen, dafs jemand es sich zur A machte, mit genauer Berücksichtigung der pyrometrisch hältnisse diesen Gegenstand mehr ins Klare zu bringen.

Noch vollständiger hat Kupffer den Einflufs der me auf den Magnetismus untersucht. Er hatte diese in der Absicht vorgenommen, um sich zu überzeugen, von einigen behauptete stündliche Veränderung der I der Magnetnadel nicht etwa eine blofse Folge des T turwechsels sey [1]. Er bediente sich zu dieser Unter der Methode der Schwingungen, die er an einer cylin Nadel von Gufsstahl anstellte; sie war 0,057 Meter lang, wog 2,4 Gramme und ruhte in einem kleinen m nen Ringe, der an einigen Seidenfäden aufgehängt war. nige vorläufige Versuche, deren Temperatur-Interva über 10 Grad Reaum. ging, zeigten, dafs die Zeit v Schwingungen um etwa 1 Procent zunahm. Ein Vers 8. März 1825, wo er durch Oeffnen der Fenster sein mers die Temperatur von — 1½° R. bis + 26° ver gab etwa eine halbe Zeitsecunde Correction für 1° R. an, und wirklich stimmten die verschiedenen in einem beobachteten Schwingungszeiten, wenn diese Correction bracht wurde, bis auf eine halbe Secunde zusammen.

1 Ann. de Chim. et Phys. XXX. p. 113.

Kupffer brachte nun unterhalb der schwingenden Nadel
en frisch magnetisirten Stahlstab von 18½ Zoll Länge an,
r in einem kupfernen Troge in Wasser versenkt war, wel-
n bis auf 80° R. erhitzt wurde. Die Nadel vollendete,
n sie bloſs dem Einflusse des terrestrischen Magnetismus
worfen war, ihre 300 Schwingungen in 742 Sec. bei
° R., über dem Magnetstabe hingegen bei eben dieser Tem-
ur in 429 Sec. Es ergab sich Folgendes.

Temp. d. Magnetst.	Zeit von 300 Schwingungen
13° R.	429″,0
80 -	476,0
21 -	464,5
(13) -	(463) [1]
11 -	462,5.

zeigte sich offenbar eine Verminderung der magnetischen Kraft durch die Wärme. Zugleich erhellt eine dauernde Schwächung derselben durch eben diese Ursache, indem die Nadel beim Erkalten des Stabes nicht mehr auf die frühere Schwingungszeit zurückkommt. Es geht also hier wirklich Magnetismus verloren und dieser Verlust steht mit dem Gesetze der Intensitätsveränderung bei verschiedenen Temperaturen in keiner Verbindung. Man hat also zwei Gröſsen zu unterscheiden; die erstere, die wir mit p bezeichnen wollen, drückt das Verhältniſs der magnetischen Kraft in zwei gleichen Temperaturen, z. B. 13° R. vor und nach der Erhitzung aus, wobei die ursprüngliche Kraft als Einheit angenommen wird; die zweite q bezeichnet die magnetische Kraft bei 80° R., in Bezug auf diejenige, die nachher bei 13° R. beobachtet wurde. Man erhält diese Kräfte, indem man die Schwingungszeit in die Anzahl der Schwingungen dividirt und den Quotienten zum Quadrat erhebt. Von jeder muſs noch die Wirkung des terrestrischen Magnetismus abgezogen werden, vermöge dessen die Nadel in 742″ die gleiche Anzahl Schwingungen machte. Die Dauer der anfänglichen Schwingungsperiode betrug 429 Sec. bei 13° R., nach der Erhitzung bei eben dieser Temperatur 463″; ohne den Magnetstab 742″; man hat daher in diesem Falle

---

1 Dieser Werth ist nur durch Interpolation bestimmt.

$$p = \left[\left(\frac{300}{463}\right)^2 - \left(\frac{300}{742}\right)^2\right] : \left[\left(\frac{300}{429}\right)^2 - \left(\frac{300}{742}\right)^2\right]$$

oder, da die Zahl der Schwingungen dieselbe ist, überhau

$$p = \left(\frac{1}{463^2} - \frac{1}{742^2}\right) : \left(\frac{1}{429^2} - \frac{1}{742^2}\right) = 0{,}7875;$$

und auf gleiche Weise

$$q = \left(\frac{1}{476^2} - \frac{1}{742^2}\right) : \left(\frac{1}{463^2} - \frac{1}{742^2}\right) = 0{,}9118.$$

Kupffer führte diese Versuche mit vier Stäben du deren zwei von gehärtetem Stahl, die andern zwei von Ei waren. Der erste hatte 6,3 Zoll, die übrigen 18¼ Zoll Lä Sie füllen elf Tafeln aus, die zusammen 71 Beobachtu enthalten. Es ergaben sich für die Gröfsen p und q folg Werthe.

Bei den Stahlstäben.		Bei den Eisenstäben.	
p	q	p	q
0,7875	0,9118	0,9553	0,9792
0,9367	0,8546	0,9875	0,9811
0,9424	0,7951	1,1291	1,0194
0,8958	0,9115	1,0194	1,0378
0,9276	0,8937		
0,7144	0,9074		
0,9669	0,8897.		

Aus mehrern Reihen von Beobachtungen ging unzweide tig hervor, dafs die Dauer der Oscillationen mit den Erw mungsgraden genau gleichen Schritt hielt, so dafs z. B. Schwingungszeit von 10° bis 45° Wärme um ebensoviel S cunden zunahm, wie von 45° bis 80°. Da nun für die Zwischenraum die Zunahme der Schwingungszeiten so zie lich der Zunahme der magnetischen Kraft umgekehrt prop tional ist, so kann man das Gesetz aufstellen: „Die Kraft „nes magnetisirten Stabes wird durch die Wärme derge „vermindert, dafs die Abnahme desselben zu den Zunah „der Wärme im einfachen Verhältnisse steht."

Kupffer theilt noch eine Formel mit, um aus den zwei bestimmte Thermometergrade beobachteten Schwingun zeiten die Schwingungszeit für irgend eine andere dazwisc liegende Temperatur mit aller Schärfe zu berechnen. Es se t und t′ jene Thermometergrade (z. B. 13° und 80° R.), n

ahl der Schwingungen, die für alle Beobachtungen gleich gesetzt wird, s und s' die den Temperaturen t und t' zugehörigen Schwingungszeiten; S die gesuchte Schwingungszeit für eine angenommene Temperatur T, s^0 die absolute Schwingungsdauer der Nadel durch den Magnetismus der Erde, so ist, wenn F und F' die magnetische Kraft des Stabes für die Wärme von t und t', C diejenige der Erde bezeichnet,

$$C = \left(\frac{n}{s^0}\right)^2, \quad F = \left(\frac{n}{s}\right)^2 - C, \text{ und } F' = \left(\frac{n}{s'}\right)^2 - C;$$

q (wie oben) $= \frac{F'}{F}$; also $s = \frac{n}{\sqrt{C + F}}$; daher ist für die Temperatur T, $S = \frac{n}{\sqrt{\left[C + F - \frac{(1-q)F'}{t' - t}(T - t)\right]}}$.

Aus den oben angeführten Beobachtungen fand sich

$$F = 0{,}28485,\ C = 0{,}18163,\ q = 0{,}91177;$$

mit diesen Daten erhält man für $T = 21^\circ$ R. den Werth von $S = 464'',49$. Die Beobachtung gab $S = 464'',5$. Eine ähnliche Bestätigung der Richtigkeit dieser Formel geht noch aus neun andern Beispielen hervor, die Kupffer berechnet hat und in denen die berechneten Werthe von der Beobachtung meist nur eine Zehntelsecunde, selten um eine halbe Secunde abweichen, ein Fehler, der allerdings den Beobachtungen zugeschrieben werden darf.

Schwieriger möchte es seyn, den Werth von p einem bestimmten Gesetze zu unterwerfen, welches die successive Zerstörung eines Theils der magnetischen Kraft durch die Wärme ausdrückt. Die ungleiche Beschaffenheit des Stahls, das Mangelhafte unsrer Methoden des Magnetisirens und unsere gänzliche Unwissenheit über das Wesen des magnetischen Stoffes halten uns da auſser dem Kreise plausibler Vermuthungen. Kupffer glaubt zwar aus einer Versuchsreihe gefunden zu haben, daſs die *Dauer der Schwingungen nach den Quadraten der Erwärmung zunehme*, allein mehrere andere Versuche schienen diesem einfachen Gesetze sich nicht fügen zu wollen. Eine Nadel aus Guſsstahl von 2,8 Z. Länge, die 200 Schwingungen in 578 Sec. vollendete, wurde siebenmal nach einander 10 Minuten lang in kochendes Wasser gehalten und

nach jeder Abkochung wieder geprüft. Sie gab in zwei V suchsreihen folgende Resultate.

	Erste Reihe	zweite Reihe
Vor dem Eintauchen	578″	578″
Nach d. 1ten Eintauchen	633	637½
- - 2 - -	643	642
- - 3 - -	649½	645
- - 4 - -	652	647
- - 5 - -	652	650½
- - 6 - -	...	652
- - 7 - -	...	652

Die Schwächung des Magnetismus war also in der ers Reihe schon nach der 4ten, bei der zweiten erst nach 6ten Erwärmung auf ihr Minimum gekommen; p wird = 0,7859. Bei schwächern Magnetisirungen schien sie die Ziel noch früher zu erreichen. Die nämliche Nadel wu nach neuer Magnetisirung in Wasser von 30, 40 u. s. Graden gesenkt und jedesmal die Dauer von 200 Schwingu gen geprüft; hier die Resultate.

Temperatur des Wassers	Dauer von 200 Schwing.	Unterschiede
10°	581″	
(20)	(584)	3
30	589	5
40	596	7
50	605	9
60	616	11
70	629	13
80	644½	15

Hier tritt das vorerwähnte Gesetz unverkennbar hervor, dem die Differenzen die Reihe der ungeraden Zahlen drücken. Schade nur, daſs diese Regelmäſsigkeit bei and Versuchen mit derselben Nadel sich ganz verleugnete.

Daſs übrigens der durch die Wärme veranlaſste Ve von Magnetismus nicht *gleichförmig* sey in der ganzen Lä eines Stabes, hat Kupffer später durch einen bestim Versuch dargethan[1]. Er lieſs eine kleine Nadel von 14

1 Ann. de Chim. et Phys. XXXVI. p. 65. und Pogg. Ann. 184.

Mm. (5,3 Lin.) Länge vor einem aufrechtstehenden 503 Mm. (18¼ Zoll) langen Magnetstabe in verschiedenen Stellen seiner Länge schwingen, und beobachtete dann, nachdem derselbe auf 80° R. erhitzt worden und wieder erkaltet war, die Schwingungszeiten in denselben Stellen. Auf der nachstehenden Tafel sind in der Columne I. die Entfernungen vom obern Ende des Stabes nach Millimetern gegeben. Columne II enthält die Zeit von 200 Schwingungen und Columne III die daraus abgeleiteten magnetischen Intensitäten.

Vor der Erwärmung.

I	II	III	I	II	III	I	II	III
156,5	260″	0, 5569	116,5	202″	0, 9455	76,5	165″	1, 4311
136,5	228	0, 7374	96,5	181	1, 1862	56,5	154	1, 6518

Nach der Erwärmung.

I	II	III	I	II	III	I	II	III
156,5	291″	0, 4376	116,5	229″	0, 7280	76,5	191,5	1, 0559
136,5	256	0, 5765	96,5	208	0, 8897	56,5	180,5	1,1929.

Dividirt man die Intensitäten *vor* der Erwärmung durch diejenigen, welche *nach* ihr statt fanden, so sind die Quotienten um so gröfser, je näher die zugehörigen Stellen des Stabes nach den Enden hin liegen. So ist der Quotient in 56,5 Mm. Abstand vom Ende $\frac{1,6518}{1,1929} = 1,3763$ gröfser als der in 156,5 Millim. Abstand $\frac{0,5569}{0,7374} = 1,2727$.

Der nämliche Stab wurde aufs Neue magnetisirt und in seiner hohen Kante in die Verlängerung des Meridians der Nadel gelegt. So wurde er der kleinen Nadel auf verschiedene Abstände genähert und in jedem derselben vor und nach der Erhitzung in kochendem Wasser die Schwingungen der kleinen Nadel beobachtet. Die folgende Tafel enthält in der ersten Spalte D die Abstände vom Centrum der Nadel nach Millimetern, in der Spalte A die Intensitäten *vor*, in B eben diese *nach* der Erwärmung, C giebt die Quotienten dieser Zahlen.

D	A	B	C	D	A	B	C
197	0, 1298	0, 1777	1,368	137	0, 3773	0, 2580	1,452
177	0, 1595	0, 2213	1,387	117	0, 5237	0, 3490	1,503
157	0, 2010	0, 2849	1,418	197	0, 7773	0, 4951	1,573
				77	1, 2795	0, 7556	1,693

Kupffer theilt noch ein Paar andere Versuche über di Wirkung der Wärme auf die Vertheilung des Magnetism. mit, für deren Erklärung die gewöhnliche Schwächung d Anziehung nicht genügt, die er aber sehr richtig von d Verrückung des Indifferenzpunctes herleitet. Legt man n lich der im Meridiane liegenden Magnetnadel ns in einer H

Fig. 154. rizontalebene parallel den Magnetstab SN gegenüber, derg stalt, dafs die ungleichnamigen Pole nach der nämlichen Hi melsgegend gerichtet sind (wobei die Magnetnadel nicht v Meridiane abgeht), und setzt man hierauf bei L eine Lich flamme unter den Stab, so wird in diesem Falle die Nad dem erwärmten Ende zugehn und die durch die puncti Linie n′ s′ bezeichnete Lage annehmen; das Umgekehrte f det statt, wenn der Stab umgewendet wird, so dafs die glei

Fig. 155. namigen Pole einander parallel gegenüber liegen. Im erst Falle sollte die Schwächung des Nordpoles am Stabe eine v minderte Anziehung des Südpoles der Magnetnadel und ei Hinneigung derselben zum kältern Pole des Stabes zur F haben, und eben dieses müfste auch im zweiten Falle, w die Abstofsungen thätig sind, in entgegengesetzter Ordnu eintreten. Der Erfolg zeigt offenbar das Gegentheil; die N del nähert sich dem erwärmten anziehenden Pole und entf sich von dem abstofsenden, wenn er erwärmt wird. Kupff erklärt das Paradoxon durch *die Versetzung des Indifferen punctes,* welcher jederzeit nach seinen eigenen Beobachtun dem stärkern Pole näher liegt[1]. Dieser rückt nach dem k tern Ende hin und es erfolgt hieraus das Nämliche, als we der ganze Stab nach eben dieser Seite verschoben word wäre. Im erstern Falle wird dadurch die südliche Hälfte d Stabes mehr vom Nordpole der Nadel entfernt und dadu die Wirkung ihrer Anziehung vermindert, während d nördliche Hälfte dem Südende der Nadel mehr genähert wi dort wird also die Anziehung wirksamer und die Südsp der Nadel geht dem Nordende des Stabes zu. Im zweiten F hingegen wird durch eben diese Versetzung des Indifferenzpunc die südliche Hälfte des Stabes dem Südende der Nadel n gebracht und dadurch eine desto gröfsere Abstofsung bewi

---

1 S. oben über d. Vertheilung des Magnetismus im Innern d Stahlstäbe.

Wurde statt des Magnetstabes eine Stange weichen Eisens in die Horizontalebene der Nadel und parallel mit derselben hingelegt, so erfolgten bei Erwärmung ihrer Enden entgegengesetzte Wirkungen. Die Stange besafs nämlich keinen andern Magnetismus, als denjenigen, der von der Erde ihr mitgetheilt war und dem zufolge ihr nach Norden gekehrtes Ende die Nordspitze der Nadel abstiefs. Dieses bestätigt die längst gemachte Erfahrung, dafs beim weichen Eisen die magnetische Wirksamkeit durch die Erhitzung vermehrt wird.

Der Magnetstab von 18½ Zoll Länge wurde im Meridiane der Nadel dergestalt hingelegt, dafs er sich in ihrer Verlängerung befand, und dann sein näheres Ende erwärmt. Die Nadel, die in dieser Lage bei der gewöhnlichen Temperatur 200 Schwingungen in 204 Sec. vollendete, gebrauchte, als der Stab daselbst durch ein Kerzenlicht erhitzt wurde, 293″; nach dem Erkalten 289″,5. Eine Erwärmung an demjenigen Ende des Stabes, das von der Nadel entfernter war, erhöhte die Zahl der Schwingungen nicht, sie ging im Gegentheil auf 288″,5 zurück.

Die häufige Anwendung, die man in neuerer Zeit von der Methode der horizontalen Schwingungen einer Nadel gemacht hat, rief bald das Bedürfnifs einer Correction der Schwingungszeiten für den Einflufs der Wärme hervor und veranlafste mehrere Versuche über diesen Gegenstand, deren nähere Betrachtung wir den Untersuchungen über die *Methode der Oscillationen* vorbehalten. Die Nichtbeachtung des Temperatureinflusses hatte vorher den Glauben an eine tägliche Variation der Intensität des terrestrischen Magnetismus hervorgebracht, dessen Unstatthaftigkeit jedoch Kupffer unzweideutig dargethan hat. Gleichwohl sind die von ihm selbst, von Hansteen und Christie angegebenen Correctionen der Schwingungszeiten für die Wärme so ungleich, dafs daraus die an sich schon wahrscheinliche Vermuthung hervorgeht, es gebe hierfür kein allgemeines Gesetz, sondern jede Nadel bedürfe ihre eigene besondere Correction, die ganz empirisch für dieselbe gefunden werden mufs. Das Unbefriedigende jener Vorschläge veranlafste zwei neuere Physiker, Ludwig Moser und Peter Riess, der Ursache dieser Verschiedenheiten näher nachzuspüren und die bisherigen Untersuchungen einer neuen Con-

trole zu unterwerfen[1]. Sie bedienten sich ebenfalls der M[illegible] thode der Schwingungen, aber mit Anwendung beson[illegible] Vorsicht. Die Oscillationen wurden sämmtlich von 30° gezählt, um die ungleiche Dauer derselben zu vermeiden, [illegible] die Nadel selbst wurde nicht durch Annäherung eines M[illegible] oder Eisens, sondern durch Ablenkung vermittelst eines K[illegible] pferhakens in Bewegung gebracht. Ein genaues Chronom[illegible] diente zum Zählen. Die Nadel war 2 Zoll lang, cylind[illegible] von englischem, gezogenem Gufsstahl und ohne Härtung.

Von den zwei Einwirkungen der Wärme auf die Ver[illegible] derung des Magnetismus, nämlich der augenblicklichen [illegible] der zurückbleibenden Schwächung, wurde die letztere z[illegible] in Untersuchung genommen. Eine weiche Stahlnadel von [illegible] Lin. Dicke wurde zu wiederholten Malen in siedendes W[illegible] ser getaucht; vorher machte sie 30 Oscillationen in 243,2[illegible] Sie brauchte dazu

nach	dem	ersten	Eintauchen	255″,6
-	-	zweiten	-	257,8
-	-	dritten	-	258,8
-	-	vierten	-	259,6
-	-	fünften	-	260,2
-	-	sechsten	-	260,8.

Durch ein ferneres Eintauchen wurde die Schwingun[illegible] nicht mehr verändert.

Bezeichnet man die magnetische Intensität vor dem V[illegible] suche mit I, nach demselben mit I′, so ist, vorausgesetzt, [illegible] ihre Aenderungen dem Wärmeüberschusse proportional s[illegible] $I' = I\ (1 - a)$; also die Schwächung $a = \frac{I - I'}{I}$. Vergl[illegible] man auf diese Weise die den Werthen 243″,2 und 2[illegible] entsprechenden Intensitäten, so wird a = 0,130415 oder, [illegible] die Temperatur des Zimmers 16° R. betrug, 0,00204.6[illegible] Die bedeutende Gröfse dieses Werthes, der den von Chr[illegible] aufgestellten Factor fast um das Doppelte übertrifft, k[illegible] drei verschiedenen Ursachen zugeschrieben werden, entw[illegible] einer Oxydirung des Stahls im warmen Wasser, einer Ve[illegible] derung seiner Masse oder einer eigenthümlichen Wirkung [illegible] Wärme selbst. Die nämliche Nadel wurde deshalb w[illegible]

1 Pogg. Ann. XVII. 403.

ch magnetisirt und dann mit Firnifs überzogen, gab aber r nahe die nämlichen Resultate wie vorhin. Ebenso we- g zeigte die Art der Erhitzung oder auch des Erkaltens nach r Siedhitze irgend einen besondern Einflufs. Das Endre- ltat war dasselbe, ob man die Nadel nur durch kurzes Ein- chen oder durch stundenlanges Kochen erhitzte, ob man e mit dem heifsen Wasser selbst langsam erkalten, an der ft sich abkühlen liefs, oder durch Eintauchen in kaltes Was- r plötzlich erkältete.

Noch waren zwei wichtige Bestimmungsgründe der Schwä- ng der Nadeln in Betracht zu ziehen, nämlich ihre *Di- sionen* und ihre *Härtung*. Zuerst wurde der Einflufs r Dicke in Untersuchung genommen. Sechs Nadeln von ei- ei Länge, aber verschiedener Dicke, wurden nach dem gnetisiren in Glasröhren eingeschlossen und zu wiederhol- n Malen in siedendes Wasser gelegt. Das Ergebnifs zeigt lgende Tafel, deren erste Columne die Nummer der Nadel, e zweite ihren Durchmesser in pariser Linien, die dritte und ierte die Schwingungszeiten vor und nach der Erhitzung, die nfte den Factor der Intensität, und die sechste eben diesen ctor für den Durchmesser der Nadel = 1 par. Linien ent- lt; die Temperatur des Zimmers war 8° R.

Nr.	Durchm.	Oscillat. vorher	Oscillat. nachher	Factor 1 — a	Factor für 1 Lin. Durchm.
	l				
1	0,66	269″,4	286,0	1 — 0,11271	1 — 0,1708
2	0,73	320	342,6	1 — 0,12758	1 — 0,1747
3	0,86	332	360,0	1 — 0,14951	1 — 0,1738
4	1,01	338	374,8	1 — 0,18673	1 — 0,1697
5	1,16	348	388,2	1 — 0,19638	1 — 0,1693
6	1,77	320,4	368,6	1 — 0,24430	1 — 0,1381

Offenbar ist a dem Durchmesser der Nadel proportional. i der geringen Zahl von Schwingungen, die hier beobach- werden konnten, ist ein Fehler von 0″,4 in der Zeitan- von merklichem Einflufs auf die Intensitätsbestimmung. gab eine Nadel von 0,3 Lin. Durchmesser den Factor = 0,06074. Vermehrt man die Schwingungszeit von etwa Secunden um 0″,4, so wird a = 0,05374 und auf 1 Lin. cirt = 0,1790. Diese Beobachtung, so wie diejenige der del Nr. 6. zeigt jedoch, dafs die besagte Proportionalität

nur innerhalb gewisser Grenzen statt finde und der W[illegible] von a in einem nicht blofs linearen Verhältnisse zur Di[illegible] stehe. Um den Durchmesser der Nadel nicht zu vergröſs[illegible] wurden zwei gleiche Nadeln von 1,22 Lin. Dicke und 2[illegible] Länge aus weichem Stahl bereitet und die eine derselbe[illegible] Länge nach durchbohrt. Die hohle Nadel machte anfäng[illegible] 100 Oscillationen in 262″, nach dem 20sten Eintauche[illegible] 312″,8; die solide in 436″,5, nachher in 474″,3, woraus [illegible] der Factor der Intensität für jene = 1 — 0,29843, für di[illegible] = 1 — 0,152865 ergiebt. Bei einer andern hohlen Na[illegible] von 2,1 Lin. und 1,56 Lin. innerem Durchmesser betruge[illegible] Schwingungen 249″,6, bei einer vollen von derselben Grö[illegible] 365″,2; nach dem Eintauchen kam jene auf 322″, die v[illegible] auf 541″. Diefs giebt für die erstere a = 0,39914. Es erg[illegible] sich hieraus klar, dafs die Schwächung mit der *Oberflä*[illegible] gleichen Schritt hält.

Wenn die *Dicke* der Nadeln ihre Schwächung durch[illegible] Siedhitze vermehrt, so wird hingegen durch die *Läng*[illegible] Umgekehrte bewirkt. Zwei weiche Stahlnadeln von 4 Z[illegible] Länge, die eine von 0,67 Lin., die andere von 1,1 Lin. Du[illegible] messer, wurden wie die bisherigen behandelt und gingen, d[illegible] dünnere von 371″,2 für 80 Schwingungen auf 387″,6, [illegible] dickere von 367″,2 für 60 Schwingungen auf 392″,0 [illegible] Daraus erhält man a = 0,08244 und 0,12253. Bei halb[illegible] langen Nadeln war es 0,1127 und 0,1867 gewesen. Als [illegible] beiden Nadeln ein Viertel abgeschnitten wurde, so dafs nur 3 Zoll Länge hatten, waren die Resultate von den v[illegible] gen nur um eine Gröfse verschieden, die ohne Bedeu[illegible] den Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden kann. Als auf 2 Zoll Länge reducirt wurden, waren die Verluste [illegible] den oben in der Tabelle angegebenen wenig verschieden, [illegible] dem sich bei der dünnern Nadel a = 0,11705, bei der dick[illegible] = 0,18401 ergab. Dafs an diesen Resultaten der mehr [illegible] mindere Grad der magnetischen Sättigung keinen bemerkba[illegible] Antheil habe, wurde noch durch einen besondern Ver[illegible] aufser Zweifel gesetzt.

Um endlich auch den Verdacht, als hätte die etwa[illegible] Bearbeitung der Nadel ihr einige Härtung beigebracht, zu [illegible] seitigen, wurde eine Nadel von 1,1 Lin. Dicke vor dem [illegible] gnetisiren ausgeglüht. Sie machte vor dem Eintauchen

…des Wasser 120 Oscillationen in 285″,6, nach demsel-
… in 318″,4, woraus a = 0,19542 oder 0,1776.d folgt,
… d den Durchmesser in par. Linien bezeichnet. Eine an-
… Nadel von 0,73 Lin. Dicke, auf eben diese Weise be-
…t, gab die Schwingungszeiten = 317″,4 und 337″,8
… = 0,1172 = 0,1610.d; beide nicht ungleich den frü-
… Bestimmungen. Bemerkenswerth ist hierbei die Bestän-
… der Resultate, die sich bei weichem Stahle nach je-
…ligem Magnetisiren wieder durch die Siedhitze ergeben,
… eben diese verleiht auch den angeführten Daten eine desto
… Glaubwürdigkeit.

…spiel von Stahlcylindern im *weichen* Zustande. Die *ge-*
…ten bieten in ihren numerischen Ergebnissen eine gerin-
… Uebereinstimmung dar, weil wir den Grad der Härtung
… zu geben noch zu taxiren wissen, auch über seine glei-
… Vertheilung in der ganzen Länge des Stabes kein Urtheil
…. Gleichwohl ist ihr Verhalten bei dem fraglichen Pro-
… von dem der weichen Nadeln so wesentlich verschieden,
… jene kleineren Abweichungen dagegen nicht in Betracht
…

Eine schon früher gebrauchte Nadel von 1,22 Lin. Durch-
…er wurde so sehr, als Feuer und Wasser es vermögen,
…t, dann ohne polirt zu werden gestrichen und hernach
… Zeit von Tag zu Tag untersucht. Die Nadel brauchte

	zu 80 Oscillationen	401″,6
	nach dem ersten Eintauchen	451,2
	- zehnten -	495,2.

… Von hier ab verlor sie bei jedem Eintauchen nur wenig,
… aber erst nach dem 50sten in einen stabilen Zustand,
…ich zu 576″,8, so daſs a = 0,51523. Eine andere Nadel von
… Lin. Durchmesser kam nach 40maligem Eintauchen von
…,6 auf 554″,4, woraus a = 0,39954. Der geringere
… von a ist hier einer geringern Härtung zuzuschreiben.

Die gehärteten Nadeln erleiden also eine weit *gröſsere*
…*änderung des Magnetismus*, als die weichen, allein auch
… befolgt während des Erkaltens einen entgegengesetzten
… Die *weichen* Nadeln zeigen in der erhöhten Tempera-
… geringere Intensität, als nach dem vollständigen Er-
…, bei den *harten* hingegen werden die Schwingungen

bei fortgehendem Erkalten immer langsamer, wie dieses d Zeiten der ersten 20 Schwingungen gegen die letzten h weisen.

Bei gehärteten Stahlnadeln ist nach einer zweiten Mag tisirung der Kraftverlust weit geringer als der erste und nach und nach zu einer verschwindenden Gröfse hinab. vielen Belegen nur einer. Eine Nadel von 0,73 Lin. Dur messer und stark gehärtet brauchte zu 100 Oscillation 253″,6; nach 45maligem Eintauchen 339″,2. Hier war stabile Zustand eingetreten mit a = 0,44103. Nach der zwei Magnetisirung bedurfte sie zu 100 Oscillationen 308″,8 kam nach 10maligem Eintauchen auf 318″,6, woraus a = 0,06 Zum dritten Male gestrichen und 6mal eingetaucht gab a = 0,04395 und dieses wurde nach einer wiederholten gnetisirung = 0 befunden.

Hansteen's Behauptung, dafs eine Nadel, die ein durch die Siedhitze einen Theil ihres Magnetismus einge habe, durch Temperaturen unter 80° nicht weiter gesch werde, hat sich nicht bestätigt. Eine gehärtete Nadel 1,22 Lin. Durchmesser kam durch einmaliges Eintauchen 80° von 330″,8 auf 355″,4 und hierauf durch eines bei auf 358″,8.

Mit einigem Rechte verwunderten sich die Verfasser ser Versuche, dafs ein so bedeutender Kraftverlust, wie bei gehärteten Nadeln sich zeigt, von keinem der frühern obachter sollte bemerkt worden seyn. Sie schreiben dieses Umstande zu, dafs die bisherigen Versuche mit *polirten* deln angestellt worden seyen und dafs die Wärme, wel die Nadeln beim Poliren ausgesetzt worden, sie für eine tere Wirkung der Wärme unempfindlich gemacht habe. Vermuthung wurde durch mehrere Versuche an gehärteten deln, in auffallendem Grade aber an einer weichen Nadel 0,73 Lin. Durchm. bestätigt. Diese machte ursprünglich Oscillationen in 205″,8. Auf einer rauhen Oberfläche gerieben kam die Schwingungsdauer auf 238″,6, nach maligem Eintauchen aber bei 80° bleibend auf 244″. Die tensität war somit im Ganzen proportional mit 1 — 0,2 geschwächt worden, während auf Rechnung des Eintau nur der Factor 1 — 0,04377 kommt. Die Wärmeentwick durch Reibung ist daher nicht so unbedeutend und wohl

die schwächende Wirkung mechanischer Erschütterungen dabei freiwerdenden Wärme zuzuschreiben seyn.

Reines Eisen, an sich schon weniger fähig, den Magne- festzuhalten, verliert durch die Erwärmung noch we-, als weicher Stahl. Eine Eisennadel von 1,01 Lin. messer kam nach 10maligem Eintauchen von 335″,4 auf ,2; eine andere von demselben Durchmesser von 320″,0 333″,4. Die verschiedene Reinheit des Eisens machte eine Bestimmung hierin unmöglich, da wenige Procente stoffs das Eisen in Stahl verwandeln. So kam eine adel nach mehrmaligem Eintauchen bei 60 Schwingun- von 360″,8 auf 380″,4. Die Nadel, die nach andern chungen keinen Schwefel enthielt, wurde nun, um die hüssige Kohle auszutreiben, einem anhaltenden Glühen setzt und an der Luft abgekühlt. Ihre Coërcitivkraft dadurch nicht bedeutend vermindert, denn sie bedurfte, che Weise wie früher magnetisirt, zu 60 Oscillationen ,7, da sie vorhin 360″,8 gebraucht hatte. Hingegen die bleibende Wirkung der Wärme durch das Glühen abgesetzt, indem nach mehrmaligem Eintauchen die ingungszeit nur um 3″ zunahm, ein Verhalten, wodurch dem reinen Eisen näher kommt und das ohne Zweifel vom an Kohle herrührt.

Ganz kürzlich hat Matteucci[1] einige der bisher ange- Beobachtungen ebenfalls angestellt, ohne jedoch mit ündlichen Arbeiten seiner Vorgänger in Deutschland und bekannt zu seyn. Er beobachtete zwischen den Tem- von — 12°,5 C und 100° C mit Anwendung einer Magnetnadel, deren Schwingungen er zählte, und , dafs in diesem Intervall die Zunahme des Magnetis- der Abnahme der Temperatur proportional sey, was mit r's Behauptung im Widerspruch steht. Ein Versuch cci's verdient jedoch besonders angeführt zu werden. ein Stück weichen Eisendrahtes von $0^{m},22$ (8,1 Z.) und 2^{mm} (0,9 Lin.) Dicke in die Nähe der kleinen Lin. langen) Magnetnadel gebracht und vor derselben

1 Discorso sull' influenza del calore sul magnetismo. Ausgez. Ztschr. f. Ph. und Math. X. 463.

der ganzen Länge nach hingeführt (in welcher Richtung, w
nicht gesagt) in einer Distanz von 0,m041 (1,5 Z.), so zei
derselbe keine Spur einer erlittenen Magnetisirung, und
Probenadel machte dieselbe Anzahl Schwingungen, wa
auch immer für ein Punct des Drahtes gegenüber stehen m
War aber der Draht in einer Glasröhre von einer erkält
Mischung von — 12°,5 C. umgeben, so zeigte er sich mag
tisch; die Nadel, die im freien Zustande 68 Schwingun
in einer Minute machte, vollendete deren 74, wenn ihr
von seinem obern oder untern Ende nur 0m,063 (2,33
abstehende Stelle des Drahtes gegenüber lag. Der Mitte
Drahtes gegenüber oscillirte die Nadel, wie wenn er n
vorhanden wäre. Nach acht Stunden hatte der Draht wi
seine frühere Temperatur angenommen, und nun wirkten
Stellen desselben bei gleicher Entfernung völlig gleich auf
Nadel, wie es vor der Erkältung der Fall gewesen war. (
gleich die Lage des Drahtes hier nicht angegeben ist, so
sie doch wohl eine solche gewesen seyn, welche jede E
mischung des Erdmagnetismus ausschloss, und dieser
auf jeden Fall bei abnehmender Temperatur nicht zun
gewesen. Es wurde also hier magnetische Kraft in
wirksam, die bei der gewöhnlichen Temperatur sich
darstellt. Sollte dieses etwa in der Zusammenziehung d
sens durch die Kälte seinen Grund haben? Sollte es
gewissen Nähe der Molecülen, einer gewissen Kleinh
Poren bedürfen, um die Festhaltung des magnetischen
dums wie durch eine Capillar-Anziehung möglich zu m
Die Beschaffenheit des Stahls in seinen verschiedenen
tungen und die sämmtlichen hier aufgeführten Wirkung
Wärme scheinen für eine solche Annahme zu sprechen.
weichen Eisen ist wegen der Entfernung oder der Gest
Molecülen diese Anziehung unmöglich, dagegen ist die
meabilität für das magnetische Fluidum desto gröfser, und
wird noch vermehrt, wenn durch die Wärme die Zwis
räume noch mehr erweitert werden; *daher tritt in erw
oder schwachglühenden Eisenstangen der Erdmagnetism
sto kräftiger hervor.* Je *härter* der Stahl, desto feiner
Korn, desto gröfser sein Volumen, desto zahlreicher und
ner seine Molecülen, desto enger auch seine Zwischenrä
Daher seine geringe Permeabilität, seine Unfähigkeit,

wachen Magnetismus, wie z. B. den terrestrischen, in sich aufzunehmen, durchzulassen und ihm als Leiter zu dienen. ... desto gröfser auch sein *Festhalten* eines Magnetismus, ... er einmal in sich aufgenommen hat. Die Wärme erweitert die Poren, und so wird ein Theil des im freien Zustande ... selbst repellirenden Fluidums ausgetrieben; mithin *wird ... Elektromagnetismus des Stahls durch die Wärme geschwächt.* ... *weichen Stahle* setzt die Elasticität seiner Cohäsion bei ... eigen Erwärmungen, welche den Zustand der Molecülen ... verändern, jener Erweiterung der Poren einigen Widerstand entgegen, so dafs durch eine etwelche Erschütterung, ... z. B. durch den Procefs des Magnetisirens selbst, der vorige Stand der Dinge wieder hergestellt wird. *Daher zeigen ... im weichen Stahle nach jedem neuen Magnetisiren die... Schwächungen der magnetischen Kraft.* Der *harte* ... hingegen läfst keine so grofse Verschiebung der Molecülen zu; daher sind in diesem die Schwächungen durch die Wärme *geringer*, ihre Wirkungen sind *beharrlich* und erreichen sogleich eine Grenze, die nur durch eine gröfsere Wärme überschritten werden kann. *Im glühenden Zustande* ist der ... dem Eisen gleich, der Magnetismus, den er besafs, ist ... den ganz erweiterten Zwischenräumen entflohen, seine ...eabilität hat zugenommen und er ist nun, wie das Eisen, ... ein desto besserer Leiter des Erdmagnetismus. Dafs ... beim *Weifsglühen* aller Magnetismus, auch der terrestrische, aufhört, scheint auf die specifische Natur dieses Stoffes, vielleicht sogar auf seine atmosphärische Abkunft, hinzudeuten[1].

II. Einflufs des Sonnenlichts auf den Magnetismus.

Seit Coulomb's Arbeiten im achten Decennium des vorigen Jahrhunderts war, wie durch eine Verabredung der Phy-

[1] Vielleicht findet in diesem Zustande keine Zersetzung des Wassers oder der Feuchtigkeit mehr statt. Weifsglühendes Eisen *soll* die ... weniger brennen, als rothglühendes (das Geheimnifs der ehemaligen Feuerprobe?), und Schiefspulver soll nur von rothglühendem ... sich entzünden lassen.

siker, die Lehre vom Magnetismus unbeachtet geblieben; den Compendien erschien sie als ein stehender Artikel, kurzer Abfertigung, ja man hatte sogar manche Entdeck der frühern Jahrhunderte ganz aus den Augen verloren nur in den Schriften deutscher Naturphilosophen wieder etwa die übelbegriffenen Worte von magnetischer Anzi und Polarität. Desto willkommener muſste eine Entdec seyn, welche der Forschbegierde der Physiker ein neues zu eröffnen versprach und früher gefaſste Vermuthungen d die Erfahrung zu rechtfertigen schien. HERSCHEL's Entdeck über die Trennung der erwärmenden und leuchtenden St len im Sonnenlichte und die ungleiche Kraft der ersten Spectrum desselben veranlaſste im Sommer 1812 den r schen Professor DOMENICO MORICHINI, das Sonnenlicht auf Magnetismus und Elektricität zu prüfen[1]. Er lieſs zu dem Ende mehrere stählerne Nadeln, wie man sie zu Bu solen gebraucht, verfertigen; sie hatten gläserne Hütchen bewegten sich mit groſser Leichtigkeit auf ihren Spitzen. D Nadeln wurden auf einem hölzernen Lineale in die äuſse Grenze der violetten Strahlen des Sonnenspectrums geb und erhielten, da sie vorher ganz indifferent gewesen nach einiger Zeit die Fähigkeit, sich in den magnetischen ridian zu stellen. Zur Beschleunigung und Verstärkung Wirkung wurden nun die Nadeln in ein durch biconvexe ser und Hohlspiegel concentrirtes Bild des violetten S gesetzt, wodurch ihre Magnetisirung merklich beschle und in dem Grade erhöht wurde, daſs eine dieser Nadel dem Nordpole Eisenfeilicht anzuziehn vermochte.

Ein College des Entdeckers, Prof. BARLOCCI, kam auf Einfall, die gewöhnliche Methode des Streichens der anzuwenden, daſs er das concentrirte Bild von der Mitte Nadel nach dem Nordende und ebenso nachher nach dem S ende hinbewegte. Dadurch wurden die Nadeln in weit zerer Zeit so stark magnetisirt, daſs sie sich nicht nur in magnetischen Meridian drehten, sondern auch ganze Büs von Eisenfeilicht zu tragen vermochten und ihre entschie Polarität nicht nur, wie vorher durch Anziehung der ungle namigen, sondern auch durch Abstoſsung der gleichnam

---

1 Bibl. britann. T. 52. und G. XLIII. 212.

zu erkennen gaben. Die zu dieser Magnetisirung nöthige Zeit betrug beim längsten Versuche zwei Stunden, beim kürzesten eine halbe Stunde. Dieser Unterschied schien gänzlich vom Zustande der Atmosphäre abzuhängen; eine wenig durchsichtige Luft oder ein leicht bewölkter Himmel (*cirriformis* nach HOWARD's Nomenclatur) schwächte und zerstörte zuweilen den magnetischen Einfluſs der Sonnenstrahlen. Ebenso hinderlich schienen Feuchtigkeit und südliche Winde zu seyn, indeſs frisches und heiteres Wetter von merklich günstigem Einflusse war. Die Temperatur des Zimmers, in welchem operirt wurde, stand allezeit zwischen 18° und 22° R. Auch diese Nadeln zeigten auch eine bestimmte Senkung des Nordpols. Die Wirkung findet nur in den violetten Strahlen des Spectrums und zwar an ihrem äuſsersten Rande statt. Umkehrung des Farbenspectrums bringt auch eine Umwendung der magnetischen Pole zuwege. Wird eine Nadel, die im vordern Theile des violetten Strahls von der Linken zur Rechten zur Hälfte eingetaucht war, umgekehrt in die entgegengesetzte Seite gebracht, so findet sich ihre Polarität verwechselt.

Dieses ist in Kurzem der Thatverhalt von MORICHINI's Versuchen, zu denen er später nur die Bemerkung hinzufügte, daſs, wenn man den Nadeln neben der Deklination auch die Richtung der magnetischen Inklination gebe, der Erfolg noch stärker und auffallender sey.

MORICHINI säumte nun nicht, zur Beglaubigung seiner Entdeckung mehrere seiner Nadeln, die auf diese Weise magnetisirt worden waren, an verschiedene Akademieen und einzelne Gelehrte zu versenden. Eine derselben, die er nach Mailand geschickt hatte, war nach dem Zeugnisse MOSCATI's[1] so stark magnetisirt, daſs sie, an einem Schlüssel gehalten, ihr eigenes Gewicht trug. In Mailand selbst gelangen die Versuche nicht und der berühmte Entdecker der Metallelektricität, ALEX. VOLTA, unterlieſs nicht, den römischen Physiker durch die Herren PARADISI und TAMBRONI auf den Einfluſs des Erdmagnetismus aufmerksam zu machen. Allein dieser erklärte in

1 In s. Brief an Dr. ODIER in Genf Bibl. brit. 1813. S. 195. und Schweigger Journ. VIII. S. 352.

einer zweiten Abhandlung im April 1813[1], dafs er gegen Täuschungen sich gesichert habe, und beschreibt den bei seinen Versuchen gebrauchten Apparat, welcher in der gewöhnlichen Verrichtung zur Durchlassung des Sonnenstrahls in ein verfinstertes Zimmer besteht. Das Gestell für die Nadel bestand in einer verticalen Leiste von Holz, an welcher ihrer ganzen Länge nach ein Messingstab befestigt war. Ein 6 Zoll langer messingner Arm, horizontal vom Stabe abgehend, trug an seinem Ende einen verticalen messingnen Stift, bestimmt die 2½ Zoll lange, 6 Gran schwere Nadel aufzunehmen (ob diese Messingstücke ganz unmagnetisch waren, ist nicht untersucht worden). Die Oeffnung, durch welche der Sonnenstrahl eindrang, hatte 8 Lin. Durchmesser, das dahinter stehende Prisma war englischen Ursprungs und die Glaslinse verdichtete 784 mal. Beim Bestreichen mit dem violetten Lichtstrahle mufste gleichförmig und langsam verfahren werden, ohne je eine rückgängige Bewegung zu machen. Er erwähnt ferner, dafs er auf eine Anzeige Gay-Lussac's das Experiment auch im December 1812 bei 0° R. und ebenso im Febr. und März angestellt habe, ohne in Hinsicht auf die Temperatur irgend eine Verschiedenheit der Wirkung wahrzunehmen. Die grünen Strahlen des Farbenspectrums brachten den Nadeln zwar einen schwachen Magnetismus bei, aber es bedurfte dazu der sechsfachen Zeit, die bei den violetten erforderlich war. Mit den rothen Strahlen konnte er nach Stunden keine Wirkung erlangen. Hingegen bewiesen sich nach Morichini die unsichtbaren chemischen, desoxygenirenden Strahlen bis auf 2 Zolle über den Rand des Violett hinaus als entschieden magnetisirend. Ja sogar die violetten Strahlen des Spectrums vom Mondlichte haben nach zweistündigem Bescheinen im Vollmonde zwar keine vollständige Magnetisirung der Nadel, aber doch so viel bewirkt, dafs ihr hinteres Ende von einer andern schwach magnetisirten Nadel abgestofsen wurde, welche das vordere anzog. Diese schwachen Wirkungen seyen, bemerkt Morichini, eher den chemischen Strahlen, von denen der Mond verhältnifsmäfsig weit mehr als von den violetten zurückwerfe, als den violetten

1 Uebers. in Schweigg. Journ. Bd. XX. S. 16. und Journ. de Phys. Oct. 1813. und ausgez. in G. XLVI. 367.

lichts zuzuschreiben. Mit dem Lichte von Argand'schen Lampen oder Wachskerzen erhielt er keine Wirkung. Zum Troste der Physiker, welche durch diese Versuche den bisher angenommenen Erdmagnetismus gefährdet glauben möchten, bemerkt Morichini am Schlusse, daſs dieser darum nicht aufgegeben werden müsse, indem er nun als Folge des magnetischen Fluidums anzusehen wäre, welches die irdischen Körper, wie einige Phosphore ihr Licht, aus der Sonne einsögen. Eine Tafel, welche die Lage mehrerer Nadeln gegen das violette Spectrum abbildet, und zwei gröſsere Tafeln, auf welchen der Tag der Versuche, die Witterungsverhältnisse, nebst Barometer-, Thermometer- und Hygrometerstand, die Dauer der Bestrahlung und ihr Erfolg angegeben sind, beschlieſsen die Abhandlung.

Nun aber trat im September dieses Jahres ein gründlicher Physiker der ältern Schule, Configliachi in Pavia, mit einer lange vorbereiteten Arbeit auf, aus welcher er die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit der Täuschungen in Morichini's Versuchen nachzuweisen suchte[1]. Er tadelte die geringe Sorgfalt, die dieser auf die Vorbereitung und Prüfung der Nadeln verwendet hatte, die Kleinheit und das Ungewisse der Versuche, und bemüht sich durch eine lange Reihe neuer Experimente darzuthun, was unter gewissen Umständen der Magnetismus auch ohne Zuthun der Sonnenstrahlen in solchen Nadeln zu wirken vermöge.

Im schwarz angestrichenen optischen Zimmer der Universität Pavia setzte Configliachi mehrere Nadeln aus weichem Eisen und Stahl auf feinen Spitzen schwebend hin; sie waren gegen den Luftzug mit Glasglocken bedeckt, ohne allen Magnetismus, standen eine von der andern wenigstens 6 Par. Fuſs entfernt und hatten keine Einwirkung auf einander. Vier Monate lang wurden sie so im Finstern gehalten und von Configliachi anfangs täglich untersucht. Es zeigte sich:

1) Daſs die meisten dieser Nadeln eine Richtung annahmen, die von derjenigen des magnetischen Meridians nur wenig abwich, einige ganz in demselben lagen; von 10 Nadeln war dieses bei 7 der Fall.

2) Einige kamen schon nach 5 bis 10 Minuten im Meridiane

1 Journ. de Phys. Sept. 1813. und G. XLVI. 337.

zur Ruhe, andere, und bei weitem die meisten, erreichten diese Stellung in 12 Stunden, einige bedurften sogar bis 20 Tage.

3) Nadeln, die in Monatsfrist kein Zeichen natürlicher Magnetisirung gaben, nahmen auch später denselben nicht an.

4) Nadeln aus weichem polirten Eisen geben gewöhnlich am frühesten ein Zeichen von aufgenommenem Magnetismus, später die aus einem schwärzlichen harten Eisen und noch viel später die aus Stahl; bei den beiden letztern Arten ist der Magnetismus langsam zunehmend. Lange Nadeln werden schneller magnetisch, als kurze.

5) Diese von selbst magnetisch gewordenen Nadeln zeigen eine etwelche Senkung ihres Nordendes. Bei Nadeln, deren eines Ende schon vor dem Versuche tiefer lag, als das andere, erhielt immer das tiefere Nordpolarität.

Die hier bemerkten Resultate erfolgten im ganz verfinsterten Raume. In einem hellen Zimmer mit weißen Wänden zeigten die Nadeln, die übrigens gegen das Sonnenlicht geschützt waren, ganz die nämlichen Erscheinungen. Andere Versuche mit 5 und 6 Fuſs langen Eisenstangen, die bald horizontal, bald vertical aufgehängt wurden, werden hier, als nicht zur Sache gehörig, übergangen.

Configliachi ging nun zu den Versuchen im Sonnenlichte über. Sechs Nadeln aus Eisen und sechs aus Stahl wurden 10 Stunden lang im optischen Zimmer in die durch ein Loch einfallenden Sonnenstrahlen gebracht; allein auch nach einer viel längern Zeit konnte kein bestimmtes Bestreben zum Meridiane an denselben wahrgenommen werden. Liefs man die Sonnenstrahlen nur auf das eine Ende der Nadeln fallen, so blieb das Resultat dasselbe. Auch Nadeln von schwachem Magnetismus, auf eben diese Weise der Sonne ausgesetzt, erhielten keine Verstärkung ihrer Kraft.

Als man die Sonnenstrahlen durch eine Linse concentrirte, zeigte sich bei den eisernen Nadeln eine schwache Magnetisirung. Noch mehr war dieses der Fall, als man sie in den durch ein Collectivglas verdichteten Focus einer Linse aus Flintglas von 14 Zoll Durchmesser versetzte und zwar in der Richtung der magnetischen Abweichung und Neigung. Allein hier war die bedeutende Erhitzung, die (wie die vorigen Ab-

...ilung lehrt) das Eisen für den Magnetismus empfänglicher ...acht, die eigentliche Quelle dieser Erscheinung; die eiser... Nadeln nehmen hierbei dreimal mehr Magnetismus an, als ... stählernen, was ebenfalls den eben erwähnten Wirkungen ...r Wärme conform ist.

Im violetten Lichte des Farbenspectrums konnte Con...liachi auch nach einer Bestrahlung von mehrern Stunden ...e Magnetisirung wahrnehmen; wohl nahmen die Nadeln, ...n sie nach Morichini's Verfahren eine Zeit lang im Me...e gehalten wurden, etwas terrestrischen Magnetismus an, ... das auch im Finstern der Fall gewesen war. Es schien ... in ein Paar Versuchen, als ob die rothen und orange...en Strahlen noch wirksamer wären, als die violetten, was ...ch seinen Widerspruch mit Morichini's Erfahrungen eben ... Ungewisse dieser Versuche beweist. Auch in den un...tbaren chemischen Strahlen auſserhalb der rothen und vio...en konnte Configliachi durchaus keine Erregung magne...cher Kraft wahrnehmen, obgleich der Versuch an 12 Na... wiederholt wurde. Zur Bestätigung der oben aufgestellten ...muthung, daſs die Wärme die Hauptquelle des im ver...ärkten Sonnenlichte entstandenen Magnetismus sey, lieſs Configliachi seine Nadeln in Asche, Salzwasser oder Oel bis ...er 60° R. hinaus warm werden, wodurch bei mehreren der...en merkliche Polarität, bei einigen, die schon etwas ma...etisch waren, auch eine Umkehrung der Pole erfolgte.

Ob *meteorologische Einflüsse* diese Magnetisirung von ... und Stahl begünstigen oder erschweren, darüber konnte ...figliachi nichts bestimmen. Während der Monate April, ... und Juni, in welchen er seine Versuche anstellte, ent...den an sechs Tagen Gewitter mit starkem Donner; allein ... Nadeln schienen dafür unempfindlich. Er glaubt, aus ... angeführten Resultaten folgende Schlüsse ableiten zu ...nen.

1) Die Eisen- und Stahlnadeln, die man gewöhnlich für ...t magnetisch hält, sind selten ohne allen Magnetismus ... sie nehmen auf jeden Fall einen Theil desselben im Ver... der Zeit an.

2) Dieses geschieht durch die Einwirkung des Erdma...etismus, welche überdem durch die Richtung und Lage, die ... den Nadeln giebt, nämlich diejenige der Abweichungs-

und Neigungsnadel, ferner durch Wärme merklich begün[illegible]
wird.

3) Weder das reine Sonnenlicht, noch irgend einer farbigen Strahlen gehören zu diesen Begünstigungsmitteln, [illegible] viel weniger können sie durch sich die magnetische Kraft [illegible] theilen. Die Wirkung der condensirten Sonnenstrahlen einzig der bedeutenden Wärme zuzuschreiben, welche d[illegible] sie entwickelt wird.

Während im obern Italien die neue Entdeckung als [illegible] Täuschung sich erwies und selbst ein Experimentator von [illegible] erkannter Geschicklichkeit, Berard in Paris, nichts her[illegible] brachte, hatten Ridolfi in Florenz und Prof. Carpi in [illegible] Morichini's Versuche bestätigt gefunden. Nur das Zeu[illegible] des geistvollen Entdeckers der neuen Metalle, Humphry [illegible]vy, der im J. 1814 in Italien mit eignen Augen ein u[illegible]gnetisches Stück im violetten Lichte stark magnetisch w[illegible] sah, konnte dem schwankenden Glauben an dieses laun[illegible] Experiment eine Stütze verleihen. Zu ihm gesellte sic[illegible] J. 1817 ein anderer englischer Physiker, Playfair, der Carpi in Rom den Versuch wiederholen sah und an D[illegible] Brewster darüber folgenden mündlichen Bericht abgab.

„Eine Nadel aus weichem Eisendraht, die nach v[illegible]figen Prüfungen weder magnetische Polarität, noch eine [illegible] wirkung auf Eisenfeilicht verrieth, wurde auf einer Unte[illegible] mittelst Wachs horizontal in der Richtung des magneti[illegible] Ost- und Westpunctes festgestellt und ihre eine Hälfte [illegible] Mittel aus nach dem Ende hin mit dem durch eine Linse c[illegible]densirten violetten Strahle des Prisma eine halbe Stunde [illegible] gleichsam bestrichen. Noch zeigte sich keine Wirkung; [illegible] man aber diese Operation noch 25 Minuten lang fortge[illegible] hatte und die Nadel nun auf einer Spitze beweglich gem[illegible] wurde, drehte sie sich mit großer Lebhaftigkeit herum [illegible] stellte sich in den magnetischen Meridian, so daß das [illegible] welches im violetten Lichte gestanden hatte, nach Norden [illegible]richtet war und den Nordpol einer andern Nadel abstieß, [illegible] zog Eisenfeilspäne an und trug sie; keinem der Anwese[illegible] blieb der mindeste Zweifel, daß die Nadel ihren Magneti[illegible] der Einwirkung des Lichts verdanke."

Ob die englischen Physiker ein fremdes Experiment v[illegible] leicht mit weniger Sorgfalt verfolgten, wie ein eigenes,

n zu einer strengern Controle die nöthige Gelegenheit und Mühe gehabt hätten, wissen wir nicht; aber die Sache blieb nach wie vor in Zweifel, bis eine Dame, Lady Sommerville, erst und mit den einfachen ihr zustehenden Geräthschaften, mit Nähnadeln und blauen Bändern der streitigen Lehre neue Kunde gewann. In den heitern Tagen des Sommers von 1825 legte sie eine zur Hälfte mit Papier bedeckte Nähnadel von 1 Z. Länge, die beide Pole eines Magnets auf gleiche Weise anzog, im dunkeln Zimmer in das violette Spectrum. Nach zwei Stunden war sie magnetisch, und zwar das dem Lichte ausgesetzte Ende im Nordpol. Die blauen und grünen Strahlen des Farbenbildes thaten die nämliche Wirkung, nur etwas schwächer, dagegen blieben die rothen, gelben und orangefarbnen Strahlen ohne allen Einfluſs. Auch Uhrfedern von 1½ Zoll Länge, die durch Erwärmung von allem Magnetismus befreit waren, wurden eben so magnetisch, und zwar noch schneller als die Nadeln, wahrscheinlich weil sie den Strahlen eine gröſsere Oberfläche darboten und blau angelaufen waren; ein Pfriem jedoch wurde nicht magnetisch, vermuthlich weil seine Masse zu groſs war. Eine concentrirende Linse beförderte die Wirkung auffallend und es zeigte sich, daſs zum Versuche nicht eine gänzliche Verfinsterung des Zimmers nöthig war, sondern daſs es genügte, das Farbenbild an einen Ort hinzuführen, der nicht von directem Sonnenlichte beschienen war.

Nicht nur das violette Licht des Prisma, sondern auch jenes, welches gefärbte Gläser durchlassen, zeigte sich wirksam, sobald die eine Hälfte des zu magnetisirenden Eisens wie bisher durch einen Schirm bedeckt war. Das Nämliche leisteten auch grüne Gläser; ja sogar grüne und blaue Bänder, in welchen die Nadeln zur Hälfte eingewickelt (mit Verhüllung des andern Theils) hinter einer Fensterscheibe der Sonne ausgesetzt wurden, erlangten im Verlaufe eines Tages die Polarität. Rothe, orange oder gelbe Seide hatte keine Wirkung.

Die schicklichste Stunde zu solchen Versuchen schien die Mittagsstunde bis 1 Uhr zu seyn. Bei vorgerückter Jahreszeit war die entwickelte magnetische Kraft schwächer und weniger lange anhaltend.

Dieses Wiederaufleben einer, wie es schien, in der öf-

fentlichen Meinung zu Grabe getragenen Lehre, verbund- mit der anscheinenden Leichtigkeit der Versuche, veranlaſs: den durch mancherlei Leistungen für die Wissenschaft rüh lich bekannten Prof. BAUMGARTNER in Wien, auch von se ner Seite die Aufklärung dieses Räthsels zu versuchen[1]. i hielt sich an die von LADY SOMMERVILLE angegebene Beha lungsweise. Dünnen Eisendraht fand er nach wenigen M. ten im violetten Spectrum so stark magnetisirt, daſs er d den Pol einer astatischen Doppelnadel stark abstoſsend wir Doch gelang das nicht an jedem Tage, vermuthlich der u gleichen Lichtstärke wegen.

Um die Wirkung gefärbter Gläser zu prüfen, schl BAUMGARTNER zwei gewöhnliche Nähnadeln in ein hölzern schwarz polirtes Kästchen ein, das zwei einander gegenüb stehende Ausschnitte, wie Fenster, hatte, welche mit viole Gläsern verschlossen waren. Als sie so in zwei Tagen sie Stunden lang dem Sonnenlichte ausgesetzt waren, fanden s beide magnetisch. Der vom Papier entblöſste Theil war Nordpol. Seine abstoſsende Kraft war jedoch sehr schw und verlor sich nach einigen Stunden gänzlich. BAUMGARTN sah bald, daſs es sich hier nicht um das Licht überh sondern um die Differenz der Beleuchtung beider Hälften e ner Nadel handle, so wie in SEEBECK's Thermomagnetism nicht die Wärme überhaupt, sondern nur ihre ungleiche E wirkung auf die Metalle thätig ist. Da überdem die ro und gelben Strahlen den Versuchen zufolge gar keinen M gnetismus erzeugten, so konnten sie auch auf denjenigen, die andern Strahlen hervorriefen, keine Gegenwirkung a üben, und so fand BAUMGARTNER es rathsam, seine N deln dem unzerlegten Sonnenlichte auszusetzen, in welc die violetten, grünen und blauen Strahlen vereinigt wir konnten.

Mehrere 3 Zoll lange Stängelchen englischen cylind schen Stahls von ¼ Lin. Durchm. wurden an einer unge empfindlichen Magnetnadel untersucht, die aus zwei Stü einer kleinen Uhrfeder bestand, welche vermittelst einer Gabel aus Messing in eine solche Richtung gebracht war daſs sie dem Anscheine nach eine einzige Magnetnadel v

1 Zeitschr. f. Phys. u. Math. I. S. 263.

sollten, die an jedem Ende zwei gleichnamige Pole hatte und über fast astatisch war. An dem Messingstücke war ein Hütchen aus Glas angebracht. Traf man in einem jener Stahlcylinder auch nur die geringste Spur eines freien Magnetismus an, so wurde es völlig ausgeglüht und nach dem Erkalten aufs Neue untersucht. Hierbei wurde nicht bloſs darauf gesehen, ob ein bestimmter Pol der Magnetnadel vom einen Ende des zu prüfenden Stahlcylinders angezogen, vom andern abgestoſsen wurde, sondern auch, ob die Anziehung am einen Ende stärker, als am andern sey. Die Abwesenheit des Magnetismus in einem zu prüfenden Stücke wurde nur dann angenommen, wenn dasselbe auf beide Pole völlig gleich wirkte; um hingegen seine Anwesenheit zu bestimmen, muſste es auf einen Pol der Doppelnadel abstoſsend wirken.

Durch einen Zufall wurde Prof. Baumgartner bestimmt, allen seinen Versuchen über den Einfluſs des Lichts nur eine und dieselbe Richtung zu geben. Er hatte nämlich 6 Stahlnadeln, die völlig unmagnetisch befunden worden waren, am einen Ende polirt, um sie daselbst anlaufen zu lassen, am andern hatten sie die Farbe und Oberfläche beibehalten, mit der sie verkauft werden. In diesem Zustande blieben sie einige Stunden lang von einander abgesondert liegen. Als sie nun vor dem Anlassen nochmals untersucht wurden, zeigte es sich, daſs jedes polirte *Ende* ein Nordpol, jedes unpolirte ein Südpol geworden war. Neun andere Stahlstücke zeigten das Ähnliche. Hier konnte vielleicht die Operation des Polirens die Polarisirung bewirkt haben. Bei derselben wurde das Stahlstück in einem Kloben mit messingenen Backen befestigt, auf eine hölzerne Unterlage gelegt, mit einem sogenannten Ölsteine geschliffen und dann mittelst Polirkalks und einem Stück Holz (meistens mit Lindenholz) fein polirt. Die hölzerne Unterlage war jedoch in einem Schraubstocke befestigt, der mit dem magnetischen Meridiane einen Winkel von 45° bildete. Folgender Versuch soll beweisen, daſs der Proceſs des Polirens an der Magnetisirung keinen Antheil hatte.

Eine Nadel wurde, als sie nur unvollkommen polirt war, auf Magnetismus untersucht und völlig unmagnetisch befunden. Das Poliren wurde sodann bis zur Erreichung eines hinreichenden Glanzes fortgesetzt und die Nadel wieder geprüft. Auch da war noch keine Spur von Magnetismus zu entdecken.

Als sie aber in diesem Zustande dem directen Sonnenlicht ausgesetzt wurde und man vermittelst einer Loupe verdichtete Sonnenstrahlen auf den polirten Theil leitete, hatte sie nach drei Minuten an diesem Ende einen starken Nordpol, am an- dern einen starken Südpol erhalten.

Ebendahin leitet auch folgendes Experiment. Ein 2½ Z. langes Stahlstück wurde Nachts bei Kerzenlicht ausgeglüht, dann in völliger Finsternifs so lange polirt, bis man denken konnte, den erforderlichen Glanz erreicht zu haben, hierauf in eine bleierne Kapsel eingeschlossen, die alles Licht davon abhielt, und bis zum folgenden Tage aufbewahrt. An diesem wurde sie nebst der Kapsel auf Magnetismus geprüft, ohne jedoch dem Lichte den mindesten Zugang zum Stahle zu gestatten, und ganz unmagnetisch befunden. Hierauf wurde die Kapsel geöffnet und die Nadel herausgenommen, sie war ein wenig gebogen und das polirte Ende zeigte einige, obwohl sehr schwache, Spuren eines Südpols. Als diese Nadel eine Stunde auf einem von der Sonne beschienenen Tische gelegen hatte, zeigte sie gar keinen Magnetismus mehr, als man sie aber etwa 3 Minuten an dem polirten Ende mittelst einer concentrirenden Linse von 2½ Zoll Oeffnung beleuchtete, wurde dieses Ende ein sehr starker Nordpol, das andere ein eben so starker Südpol.

Um den Unterschied der Beleuchtung noch größer zu machen, wurden die Nadeln vollständig ausgeglüht und ihnen dann am einen Ende die schwarze Oxydhaut gelassen, die das Feuer erzeugt hatte. Sie erlangten, dem Sonnenlichte ausgesetzt, in Kurzem eine so starke Polarität, dafs sie nicht nur in der Entfernung eines Zolles die Magnetnadel afficirten, sondern einige derselben kleine Stücke weichen Eisendrahtes tragen konnten. Zwei Stücke wurden ganz polirt und zeigten weder sogleich nachher, noch auch, als sie 8 Tage dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen waren, die geringste magnetische Kraft. Drei andere Stücke, ganz schwarz gelassen und eben so lange der Sonne ausgesetzt, wurden nicht im mindesten magnetisch. Drei vollständige polirte Stücke wurden, als sie sich bei der Untersuchung als ganz unmagnetisch bewährt hatten, zur Hälfte mit schwarzem Siegellack überzogen und der Sonne ausgesetzt. Zwei derselben waren nach etwa Stunden magnetisch und hatten am freien Ende ihren Nordpol

ich war ihre magnetische Kraft viel schwächer, als die in
n frühern Stücken erzeugte. Am dritten Stücke konnte kein
netismus wahrgenommen werden. Ein Stück wurde der
en Länge nach mit einem hellen Streifen mittelst des Po-
ens versehn und dann wie die übrigen dem Lichte ausge-
tzt, bekam aber keine magnetische Kraft. Drei Stücke wur-
en in der Mitte polirt, behielten im Uebrigen aber ihre
lauen Oberfläche. Jedes derselben bekam im Sonnenlichte
n den beiden Enden einen Südpol, hingegen in der polirten
elle der Mitte einen sehr starken Nordpol. Genau das Um-
ehrte fand statt, als man an drei andern Stücken die Mitte
blau liefs und die Enden blank machte. Stahlstücke, auf
nen bandförmig die polirten Stellen mit den dunkeln ab-
echselten, erhielten gewöhnlich so viele Nordpole, als blan-
e Stellen, und so viele Südpole, als dunkle Ringe sich auf
nselben befanden. Auch die Stricknadeln, welche man zu
Karlsbad in Böhmen verfertigt und in welchen die Politur
ie durch ein blaues schraubenförmig gewundenes Band un-
terbrochen ist, erhielten an den hellen Stellen Nordpole, an
den blauen Südpole. Dieses blaue Gewinde wird jedoch nicht
durch Wärme hervorgebracht, so dafs man zur Erklärung die-
es Phänomens keineswegs eine Erhitzung der Nadel herbeiru-
en kann. Polirte Stahlnadeln, mit Rauschgold umwickelt und
in demselben bis zum Blauanlaufen erhitzt und hierauf, ohne
ie Messingdecke wegzunehmen, dem Lichte ausgesetzt, wur-
en nicht im mindesten magnetisch.

So war denn durch Baumgartner's Versuche die Haupt-
frage über den Einflufs des Lichts auf den Magnetismus zwar
nicht aufser Zweifel gesetzt, aber sie hatten doch durch das
eigenthümliche Verhalten der Nadeln, deren eine Hälfte po-
lirt ist, eine neue Stütze erhalten. Dessenungeachtet trat wie-
der frühere Stillstand ein, bis im J. 1829 Zantedeschi[1]
in der nämlichen Stadt, wo Configliachi's Versuche ange-
stellt worden waren, es auf sich nahm, von dem ungleichen
Erfolge dieser Experimente Rechenschaft zu geben und ein
sicheres Anstellen derselben zu zeigen.

Er leitete den Sonnenstrahl mittelst eines Heliostaten ins

1 Bibl. Univ. XLI. 64. Poggend. Ann. XVI. 186. Baumgartner's
Zeitschr. VI. 321.

verdunkelte Zimmer, zerlegte ihn in ein horizontales Spect und stellte in den violetten Theil desselben, in einer auf magnetischen Meridian senkrechten Lage, die Enden der magnetisirenden Drähte. Diese waren von weichem ¼ Lin. dick und 4 Z. lang. Folgendes sind seine Resul

1) Ein wohlpolirter Draht erhielt in 5 Minuten am leuchteten Ende einen Nordpol. Nach 8 Min. hatte er deutliche Pole gewonnen.

2) Im weifsen Sonnenlichte wurde das beleuchtete E nach 5 Min. nur schwach nordpolarisch. Dieses erfolgt zwei Drähten. Man hatte sich, wie früher, sorgfältig sichert, dafs sie vorher keinen Magnetismus besafsen.

3) Der violette Strahl kehrte die sehr deutlichen Pole nes Eisendrahtes um und entwickelte sie nach 6 bis 7 sehr merklich in einem andern Drahte, dessen beide E vorher gegen einen Magnet eine schwache Abstofsung g hatten.

4) Eine magnetische Nadel, mit ihren Enden in den then, orangefarbigen, gelben oder grünen Strahl getaucht litt nach 7 Min. keine Aenderung und eben dieses war der Fall mit einer ganz unmagnetischen Nadel.

5) Der Südpol eines mit einer Oxydschicht überzog und stark magnetisirten (?) Eisendrahtes wurde durch den letten Strahl nach 3 Min. in einen Nordpol verwandelt.

6) Die beiden Enden eines weichen, wohl polirten magnetisirten Eisendrahtes wurden im violetten Strahl i Min. beide nordpolarisch.

7) Bei oxydirten Drähten erhält man diese Wirkung 5 Min.

Als nothwendige Vorsichtsmafsregeln hebt Zantedeschi Folgendes heraus:

1) Schwefelhaltiges Eisen ist zu diesen Versuchen tauglich, ebenso stark gehärtetes Eisen.

2) Niedrige Temperaturen von — 6 bis + 10° R. g nur eine zweifelhafte Magnetisirung; das Umkehren der gelingt da gar nicht. Experimentirt man aber bei + 20 26° R., so erhält man überraschende Resultate.

3) Drähte von etwas starkem Durchmesser erhalten sehr schwer einen deutlichen Magnetismus.

4) Führt man den violetten Strahl vom Mittel bis

Ende der Nadel, so erhält man nur schwache und ungewisse Wirkungen [1].

Noch sucht Zantedeschi zu zeigen, daſs nicht chemische Strahlen im Sonnenlichte hier thätig seyen, sondern daſs die violetten Strahlen selbst hier chemisch wirken. Denn nach dem Gange der elektrischen Strömungen im Spectrum, von denen er sich durch den Multiplicator überzeugt habe, müsse der Draht im violetten Lichte einen Südpol erhalten, was der Erfahrung widerspreche. Ebensowenig sey hier eine ungleiche Erwärmung im Spiel; denn sonst müſste, wenn wie oben in Nr. 6. die Nadel in ihrer ganzen Länge erwärmt würde, statt zweier Nordpole gar keine Magnetisirung erfolgen. Auch bei einer künstlich erniedrigten Temperatur seyen die Erscheinungen durchgehends die nämlichen, nur schwächer. Für seine Vermuthung spreche der Umstand, daſs die Verbindungen des Eisens mit Kohlenstoff, aber nicht die mit Schwefel, den Magnetismus annehmen und die künstlich oxydirten Nadeln schneller und stärker magnetisch werden, als nicht oxydirte, und daſs die magnetisirende Kraft des violetten Lichtstrahls mit der Temperatur wachse, abnehme und gänzlich verschwinde. Im violetten Strahle eines Kerzenlichts erhielt Zantedeschi nach dreiviertel Stunden eine schwache Magnetisirung; das Mondlicht war ohne alle Wirkung, vielleicht in Folge der niedrigen Temperatur von + 5 R. Zantedeschi schlieſst mit dem Urtheil, daſs die Magnetisirung im violetten Lichtstrahle nicht vom Himmel Italiens oder Englands, sondern von der Befolgung seiner Vorsichtsregeln abhänge; die Magnetisirung sey übrigens nicht vorübergehend, sondern bleibend, denn seine Drähte und Nadeln seyen auch nach 8 Monaten noch magnetisch befunden worden.

Beinahe gleichzeitig mit Zantedeschi traten in diesem Felde zwei Physiker auf, deren Gründlichkeit und Umsicht wir bereits im vorigen Abschnitte (über den Einfluſs der Wärme) kennen gelernt haben und die allerdings es auf sich nehmen durften, der obwaltenden Ungewiſsheit ein Ende zu machen, die Herren Peter Riess und Ludw. Moser. Sie haben schon im Spätsommer 1828 Morichini's Versuche wie-

[1] Man vergleiche hiermit Morichini's und Barlocci's Behauptung.

derholt und die seltsamsten Resultate erhalten. „Bekamen w: sagen sie[1], „auch niemals Nadeln, die zur Armirung von Bou„len (!) dienen konnten, so fanden sich doch grofse Verstärku„grofse Schwächungen, gänzliche Umkehrung der Pole so h „dafs wir sie entweder einer noch nicht als gesetzmäfsi „kannten Wirkung des violetten Lichts, oder unserer g „gen Sorgfalt zuschreiben mufsten.“ Da die letztere M mafsung sich durch spätere Versuche bestätigte, so fanden Beobachter sich um so mehr bewogen, nicht nur bei i eignen Arbeiten die möglichste Vorsicht anzuwenden, son sie auch allen andern, die sich bei diesem Gegenstande v suchen möchten, dringend zu empfehlen. Diese Vorsicht streckt sich besonders auf die Prüfungsmethoden so schwa Magnetismen, auf die Berücksichtigung des überall sich mischenden Erdmagnetismus, die zufälligen Veränderunge ner Nadel durch Stellung und Lage, Erschütterungen durch die Einwirkung der Zeit.

Die früher angewandten Prüfungsmethoden bestan 1) in der Richtung der Nadel in den Meridian; 2) in Abstofsung einer freischwebenden Nadel; 3) in dem An von Eisenfeilicht. Die erstere finden die Verfasser ge da, wo es sich darum handelt, einen starken, anhal Magnetismus zu erweisen, nicht aber, wo man es mit schwachen und ungewissen Magnetismen zu thun hat. Recht bezeichnen sie Morichini's Probe durch das D der Nadel auf Spitzen als zu wenig empfindlich und em len dagegen das Aufhängen der Nadel an einem ungedr Seidenfaden, wobei das mehr oder minder lebhafte Eins derselben in den magnetischen Meridian und die Schnelligke Schwingungen zugleich einen Mafsstab der Intensität an die giebt. Wenn jedoch nach Aussage der Experimentatoren von rern Hundert wohl ausgeglühten Nadeln nur zwei oder drei fanden, die nicht in wenigen Minuten ein deutliches Streben dem Meridiane gezeigt hätten, und vielleicht selbst bei d nur zufällige Hindernisse, z. B. eine allzugeringe Masse Richtkraft entgegenstanden, so wird man nicht sehr ge seyn, auf diese Prüfungsmethode viel Werth zu legen, und bei Morichini vorkommenden Ausnahmen dürfen unbeden

1 Pogg. Ann. XVI. S. 563.

die Reibung auf den Spitzen zugeschrieben werden. Ebenso sind auch die Verspätungen dieser Einstellung in den Meridian bei einigen Versuchen Configliachi's nicht gerade dem Erdmagnetismus, sondern einer durch zufällige Erschütterungen gelösten Unbeweglichkeit der Nadeln beizumessen.

Die zweite Methode, die der Abstofsung einer beweglichen Magnetnadel durch ein Stahlstück, kann nur dann einige Sicherheit gewähren, wenn jene nicht ein solches Uebergewicht von magnetischer Kraft besitzt, um den Magnetismus des letztern zu überwinden. Diese Kraft aber ist stets eine Function des Unterschiedes der Intensitäten und der Massen der beweglichen und der festen Nadel. Bei grofser Nähe geht die Abstofsung leicht in Anziehung über, und da nach den Versuchen von Musschenbroeck und Dalla Bella die Abstofsung gleichnamiger Magnetismen mit ihrer gegenseitigen Annäherung in weit geringerem Verhältnifs zunimmt, als die Anziehung der ungleichnamigen, so möchte es weit gerathener seyn, so schwache Magnetismen durch die Wahlanziehung des einen oder andern Pols in gleichen Distanzen zu untersuchen. Allein die ganze Methode ist noch einem Fehler ausgesetzt, dem nur durch besondere Vorsicht ausgewichen werden kann. Wird nämlich das zu prüfende Ende der Nadel nur wenig abwärts geneigt oder wird sie nicht winkelrecht auf den magnetischen Meridian gehalten, so ist der Erdmagnetismus unausweichlich im Spiele. Es ist in dieser Beziehung wirklich auffallend, dafs keiner der obengenannten Beobachter es der Mühe werth gehalten hat, zu bemerken, ob und wie er gegen diese Gefahr der Täuschung sich geschützt habe.

Die dritte Methode, an sich schon etwas unbestimmt, hat mit der zweiten den Umstand gemeinschaftlich, dafs man, um die Anziehungskraft eines Endes der Nadel zu versuchen, sie meist in geneigter Richtung in die Eisenfeilspäne hält, wodurch das tiefer liegende Ende Nordpolarität zeigt.

Bei der Unzulänglichkeit dieser Prüfungsmittel hielten die Verfasser sich an diejenige Methode, welche heutzutage allgemein zur Messung der magnetischen Intensität und ihrer Veränderung gebraucht wird, nämlich an diejenige der Schwingungen. Die Nadeln hingen an einem Coconfaden und die Momente wurden nicht nach dem Ende der Schwingungen,

sondern nach ihrer Mitte, d. h. wenn die Nadel durch d
Meridian ging, bestimmt, ein Verfahren, das der raschern B
wegnng wegen gröſsere Genauigkeit zuläſst. Zugleich wur
die Elongationen genau bemerkt, um die Schwingungszei
auf eine bestimmte Elongation reduciren zu können, weil :
bei so schwachen Nadeln sich nicht mit geringen Ampli..
begnügen konnte. Die Nadel selbst wurde nicht durch e
Magnet abgelenkt, sondern durch einen leicht auszulöse
Kupferhaken in Schwingung gesetzt. Die Nadeln, mei
von englischem Stahl, wurden nicht sogleich nach dem (
hen, sondern erst einige Tage später zu den Versuchen
braucht, weil die Erfahrung gezeigt hatte, daſs solche N..
erst allmälig einen festen magnetischen Zustand anneh.
Das Nämliche wurde bei Nadeln beobachtet, die durch
rührung mit einem Magnete oder durch einen heftigen S
eine Aenderung ihres Magnetismus erlitten hatten.

Bei den Versuchen mit dem violetten Lichte wurde,
mäſs den Angaben Morichini's, die nach Norden geri.
Hälfte der Nadel in das violette Spectrum eines 3 bis 4
entfernten horizontalen Prisma's gebracht, welches im v.
sterten Zimmer den Sonnenstrahl auffing. Die Nadel
allmälig von der Nordrichtung ab, so daſs sie nach ein
Stunden in Ost und West zu liegen kam. In jedem Spe
befand sich eine solche Nadel von 1¼ bis 2 Zoll Länge
0,4 Lin. Dicke; unfern von ihr im Dunkeln neben dem
ctrum eine zweite Nadel, um die Aenderungen anzu..
welche die Erschütterungen des Schirms hervorbrachten.
22 Versuchen vom 24. Juli bis 10. Aug., die meist des V
mittags von 8¼ bis 11¼ Uhr auf diese Weise vorgeno..
wurden, zeigten 15 Nadeln 10mal eine Vermehrung
Schwingungszeit von 0,8 Secunden im Mittel, 8mal
Verminderung von 1 Sec. und 4mal keine Aenderung .
selben. Die mittlere Schwingungszeit aller Nadeln betrug .
Sec. Es wäre also unmöglich, auf diese Versuche irgend
Zunahme oder Erweckung von Magnetismus zu gründen, .
dern die gefundene Vermehrung und Verminderung der
tensität von beiläufig 7 Procent ist den unvermeidlichen S
rungen und Anomalieen so schwacher Kräfte und so lang..
Schwingungen zuzuschreiben.

Es wurde auch die Methode des Bestreichens der N..

[illegible] dem violetten Lichte versucht. Dieses geschah mittelst [illegible] Linse von 1,2 Zoll Oeffnung und 2,3 Zoll Brennweite, [illegible]estalt, dafs ein kleiner blauer Kreis sich von der Mitte [illegible] Nadel über ihre nördliche Hälfte nach der Spitze hin [illegible] fortbewegte. Hier das Detail der Versuche.

Tag der Vers.	Nadel	Dauer der Versuche	Zeit einer Schwingung		Bemerkungen.
			vorher	nachher	
[illegible] Apr.	1	10" — 11½"	18",5	17,0	
[illegible] -	2	9½ — 11	27, 5	27,5	N. gegen W.
[illegible]	3	8½ — 12	17, 4	19,0	N. g. W. 200 Striche
[illegible]	4	9¾ — 11¾	22, 4	20,2	N. g. O. 250 -
[illegible] -	5	8¼ — 10¾	22, 2	22,4	N. g. O. 100 -

Die Nadeln 1 und 4 zeigen eine kleine Vermehrung der [illegible]sität, Nr. 3 und 5 eine Verminderung derselben; Nr. 2. [illegible] unverändert.

Diese fünf Nadeln waren unpolirt. Es wurden nun nach [illegible] Beispiel der Lady Sommerville polirte Nadeln und [illegible], einige derselben nach den Enden zugespitzt, an[illegible] und wie vorhin mit 100, 200 bis 500 und mehr [illegible] überfahren. Ihr Südende war in eine Papierhülse ge[illegible]. Das Mittel aus 25 Versuchen mit 16 verschiedenen [illegible]drischen, zugespitzten und platten Nadeln giebt die Mit[illegible]ahl einer Schwingungszeit 19,23 Sec. vor dem Bestreichen [illegible] 19,39 Sec. nach demselben, woraus eine Verminderung [illegible] Magnetismus erfolgen würde. Die mittlere Dauer des [illegible]chs war von 8¾ U. bis 11¼, also 2½ Stunden. Eine [illegible] Nadeln Nr. 9. mit dünn geschliffenen Enden zeigte, [illegible]dem sie in verschiedenen Malen 17½ Stunden dem vio[illegible] Lichte ausgesetzt gewesen und 1325 Striche erhalten [illegible], keine Spur einer Zunahme von Magnetismus, während [illegible]ICCHINI nur 15,20, höchstens 30 Min. gebrauchte, um ei[illegible] vollständigen und starken Magnetismus hervorzubringen.

Die gänzliche Unwirksamkeit des violetten Strahls ergab [illegible] noch auf eine andere Weise. Das eine Ende einer un[illegible]gnetischen Nadel wurde dem Südpole einer beweglichen [illegible]gnetnadel so nahe gebracht, dafs diese, die vorher 12 Oscillationen in 52,2 Sec. vollendet hatte, nun 49,5 Sec. da[illegible] gebrauchte. Nun wurde der violette Lichtstrahl auf jenes

Ende gelenkt, auch die Nadel von Zeit zu Zeit mit dem condensirten violetten Lichte 100 bis 200mal bestrichen. Dadurch hätte die Nordpolarität dieses Endes erhöht, mithin die Schwingungszeit der nahen Magnetnadel vermindert werden sollen; allein sie blieb nach 1 und 2 Stunden bis auf die Zehntelsecunde unverändert auf 49,5 Sec. Selbst als das untere Ende eines magnetischen Drahtes in verticaler Stellung dem Südpole einer Nadel, die unter einer kleinen Glasglocke am Seidenfaden aufgehängt war, gegenüberstand und das violette Spectrum auf diese untere Hälfte hingeleitet wurde, zeigte sich, ungeachtet der für die Entwickelung des Magnetismus so günstigen Lage, keine Spur von Verstärkung. Die Nadel die für sich 30 Schwingungen in 50,2 Sec. vollendete, machte dieselben zu Anfang, in der Mitte und am Ende eines zweistündigen Versuchs genau in 48,7 Sec. und die nämliche Gleichförmigkeit ergab sich noch bei einem dritten Versuche.

Nach diesen Erfahrungen schien es überflüssig, die Wirkung violetter Gläser und Bänder einem Versuche zu unterwerfen oder gar die Kraft des Mond- und Kerzenlichtes in Prüfung zu nehmen.

In Betreff der Versuche BAUMGARTNER's mit polirten und unpolirten Nadeln fanden RIESS und MOSER allerdings die Bemerkung bestätigt, dafs schon durch das Poliren die eine Hälfte der Nadel Nordpolarität erhalte. Sie schreiben dieses dem Umstande zu, dafs die Nadel bei diesem Geschäfte nach Norden gerichtet und mit diesem Ende etwas gesenkt war, wodurch der Erdmagnetismus ins Spiel kam. Richtung nach Süden und Erhebung des dorthin gerichteten Endes erzeugte augenblicklich Südpolarität. Allein auch hier erfordert es die Prüfung einiger Tage, ehe man sich eines bleibenden magnetischen Zustandes der Nadel versichern kann. Die zu untersuchenden Nadeln, an denen polirte und dunkle Stellen mit einander abwechselten, wurden in verticaler Stellung einer kleinen Magnetnadel von 1,8 Zoll Länge nahe gehalten, die unter einer Glasglocke spielte und erhöht und erniedrigt werden konnte. Sie brauchte zu 30 Oscillationen für sich 51,6 Sec. und, wenn sie den polirten Stellen gegenüberschwang, im Mittel aus 25 Beobachtungen 51,22 Sec., vor den dunkeln Stellen im Mittel aus 27 Beobachtungen 49",93. Die Veränderung der Schwingungszeiten, die nicht über 0",8 ging und in beiden Beob-

ungsreihen nur etwa 7mal statt fand, betrug im Mittel $-0'',43$ und $+0'',40$ bei den polirten Stellen, bei den unrten $-0'',31$ und $+0'',40$, d. h. bei den 25 Beobachngen an den polirten Stellen wurde die Schwingungszeit siemal um $0'',43$ durch die Einwirkung des Sonnenlichts rkürzt und in sieben Fällen um $0'',40$ verlängert, eilfmal ieb sie ganz ungeändert, und fast eben so ging es auch, s die Nadeln vor und nach der Bestrahlung der dunkeln len untersucht wurden. Beweis genug, dafs hier so gut gar kein Magnetismus vorhanden war.

Da sich an einer Nadel kein alternirender Magnetismus n dunkeln und hellen Stellen ergeben wollte, so begnügte n sich, an zweipoligen Nadeln, d. h. solchen, deren halbe Länge polirt war, den Einflufs des Sonnenlichts zu versuen. Es wurde hierbei häufig das concentrirte Licht angeandt, indem man das polirte Ende der Nadel einige Minun den erleuchteten Raum ungefähr ¼ Zoll vor dem Brennunct einer Linse von 1,8 Zoll Oeffnung und 6,0 Z. Brennte brachte. Die hierbei zuweilen statt findende Schwächung der Nadel kommt auf Rechnung ihrer bedeutenden Erhitzung durch die Linse. Aus 36 Versuchen mit 25 Nadeln gab sich die Zeit einer einfachen Schwingung im Mittel $30'',27$ vor dem Versuche. An 19 Nadeln erfolgte durch Wärme der Sonne und die Anwendung des Brennglases Vermehrung der Schwingungszeit, die sich auf $0'',66$ im tel belief, während nur bei 10 Nadeln eine Verminderung derselben oder eine Zunahme von Magnetismus sich te, die nicht über $0'',33$ ging. Die mittlere Dauer der suche war zwischen 8 bis 1 Uhr = 3½ Stunden; 30 Nan hatten (schon vor dem Versuche) am polirten Ende ein schwachen Nordpol, 5 einen Südpol, eine war ohne Poität. Spätere Versuche mit unpolirten Nadeln gaben ebenungewisse Resultate. Noch wurde, um die Wirksamkeit weifsen Lichts am besten hervortreten zu machen, wie der polirte Nordpol einer solchen Nadel dem Südpole r beweglichen Nadel nahe gebracht und so der Sonne ausetzt; allein die letztere, die für sich in 49,5 Sec. 30 Oscillatiomachte, beschleunigte unter dieser Einwirkung dieselben auf 40 Sec., blieb aber genau bei dieser Zahl, selbst als die Sonne s Nordende 60, 70, 100 Minuten beschienen hatte.

Zantedeschi's Versuche einer Controle zu unterwerfen schien den genannten Experimentatoren um so überflüssiger, da er nicht, wie alle seine Vorgänger, mit Stahlnadeln, sondern mit Nadeln von weichem Eisen gearbeitet hatte, bei denen man allen wechselnden Einflüssen des Erdmagnetismus gänzlich preisgegeben ist. Daher auch seine Widersprüche mit den Behauptungen Morichini's selbst, sey es in Beziehung auf die Temperatur, bei welcher die Versuche gelingen sollen, oder in Betreff der Wirksamkeit des von jenem empfohlenen Bestreichens mittelst der Linse.

Noch war ein Versuch übrig geblieben, den die frühern Experimentatoren unterlassen hatten, nämlich die Prüfung des polarisirten Lichts auf den Magnetismus. Riess und Moser setzten am 27. Sept. eine weiche stählerne Nadel dem durch einen schwarzen Spiegel polarisirten Sonnenlichte aus und liefsen sie eine Stunde in dieser Lage, wandten auch die Verdichtung mittelst der Linse an. Der Spiegel mit der Nadel wurde sodann um 90° gedreht, so dafs er in die Lage kam, in welcher das Licht transmittirt wird. In beiden Fällen jedoch erlitt der magnetische Zustand der Nadel nicht die geringste Aenderung. Das Nämliche zeigte sich an zwei andern Nadeln, von 2½ Zoll Länge, die aus geglühten schmalen Uhrfedern gebildet worden waren, als sie 1½ Stunden im polarisirten violetten Strahle, zur einen Hälfte bedeckt, gelegen hatten.

Durch diese mit grofser Vollständigkeit, mit ungemeiner Mühe und Sorgfalt durchgeführte Untersuchung wird es mehr als wahrscheinlich, dafs der angenommene Einflufs des Sonnenlichts auf den Magnetismus nur *auf den Prüfungsmethoden* beruhe, die von den einen oder andern Physikern angewandt wurden. Schon oben sind diese in ihrer ganzen Gefährlichkeit dargestellt worden, und die negativen Erfahrungen mehrerer berühmter Physiker, zu denen sich in der neuesten Zeit auch Pouillet[1] gesellt hat, lassen kaum eine Rechtfertigung der frühern Versuche erwarten. Bei der Incoercibilität des magnetischen Stoffes, der uns wie die feinen elektrischen Wirkungen überall umgiebt, überall sich eindrängt, hält es äufserst schwer, für so schwache Magnetismen reine und feste

1 Élémens de Physique. I. 2. p. 527.

mungen zu erhalten, und in dieser Hinsicht dürfte auch Methode der Schwingungen bei so unbedeutenden Kräften immer entscheidend genug seyn. Besser möchte sich zu Untersuchungen die zweite der von den Berliner Phy- angewandten Methoden eignen[1], wo durch die Schwin- einer kleinen gut magnetisirten beweglichen Nadel, einen Pole des zu prüfenden Stahlstückes nahe ge- ist, die Aenderungen seines andern Poles geschätzt Auch dürfte eine auf Erfahrungen gegründete Ver- der von den einen und andern Physikern ver- Methoden in Beziehung auf Empfindlichkeit und sigkeit nicht überflüssig seyn.

So wenig wir auch nach dem Gesagten berechtigt seyn mö- von einem Lichtmagnetismus zu sprechen, so dürfte es doch bei der Geringfügigkeit unsrer Kenntnisse über dieses dervolle Fluidum noch zu voreilig seyn, die Acten hier- für geschlossen zu erklären. Vor Oersted waren ganze für den Nichtzusammenhang der Elektricität und Magnetismus geschrieben worden, und welchen Reich- von Berührungen dieser beiden Stoffe hat uns nicht der magnetismus aufgeschlossen! Noch ist die Sache zu , um in die Rüstkammer der ältern Irrthümer verwiesen werden, und wenn auch später ihr dieses Schicksal bevor- sollte, so war es doch Pflicht, bei der Darstellung des des der Wissenschaft in diesem Puncte die ursprüngli- Data unverstümmelt und unentstellt zur eignen Beurthei- des Lesers darzulegen, um so mehr, da es unpassend wäre, die treffliche Widerlegung der neuesten For- aufzunehmen, ohne die Thesis derselben in ihrer ge- Ausdehnung vorangeschickt zu haben.

Noch bleibt uns übrig, der Versuche zu erwähnen, durch ein sehr fleifsiger Experimentator, Christie, verleitet war, eine Verstärkung des Magnetismus durch die strahlen zu vermuthen[2]. Seine Versuche über die chung des Magnetismus durch die Wärme hatten ihn lafst, die Schwingungen einer frei aufgehängten Magnetna-

[1] In d. Abh. von Riess und Moser. Pogg. Ann. XVI. S. 581 586.

[2] Philos. Trans. f. 1826. u. Baumg. Zeitschr. III. 96.

del im Schatten und in der Sonne zu vergleichen. Statt ei Verlängerung der Schwingungszeit fand er jedoch zu sei Verwunderung diese vermindert, dabei aber, was einer V stärkung des Magnetismus entgegenstand, die Schwingu bogen selbst durch die Sonne merklich verkleinert. Eine N del, bei der man, wenn sie im Schatten schwang, leicht n die 50ste Oscillation unterscheiden konnte, kam, von der u lichen Elongation ausgehend, in der Sonne schon bei d 40sten zur Ruhe. Begreiflich trat auch mit der Verminderu der Schwingungsbogen eine Verminderung der Schwingung zeiten bei dieser Nadel schneller ein, als bei der andern. U sich zu überzeugen, ob hier eine magnetische Wirkung i Spiele sey, liefs Christie drei 6 Zoll lange Nadeln von zie lich gleicher Gestalt und Gröfse, eine magnetisirte Nadel v Stahl, eine von Kupfer und eine von Glas in einem hölze nen Gefäfse oscilliren. Die erste war an einem sehr fein Metallfaden Nr. 35, von 10 Z. Länge, die zweite an ein stärkern Drahte (Nr. 18.) und die dritte an zwei solchen Dra ten aufgehängt, um durch die Elasticität der Torsion d Schwingungen bei allen dreien auf die gleiche Zeit zu brin gen. Die Magnetnadel und die Glasnadel wogen jede 5 Gran[1], die Kupfernadel 543 Gran. Alle wurden um den Au schlagwinkel von 90° von ihrer ursprünglichen Lage abgel jede dreimal auf 100 Schwingungen probirt und erreich folgende Ausschlagwinkel.

	Zeit von 100 Schwingungen		Ausschlag-Bogen am Ende v. 100 Schwing.		Thermomet Fahrenheit	
	in d. Sonne	im Schatten	in d. Sonne	im Schatten	in d. Sonne	im Scha
Magnetnadel	5′55″,2	5′58″,7	19°,7	33°,5	103°,3	50,5
Glasnadel	6 27,2	6 27, 1	17, 6	22, 7	98, 3	47,7
Kupfernadel	7 40,1	7 39, 5	24, 0	30, 7	98, 0	50,0

Man sieht, dafs das Sonnenlicht die Elongationen a drei Nadeln, diejenigen der Magnetnadel aber am meisten v kleinert. Der Einflufs war also nicht rein magnetischer N tur; auch läfst das ungleiche Volumen und Gewicht der N deln und die unbekannte Torsionskraft der erwärmten Au hängungsdrähte keine genaue Vergleichung zu.

1 Sie waren also doch an *Gröfse* verschieden.

Später im J. 1828 nahm Christie diese Versuche aufs ne vor. Er liefs zwei gleiche stählerne Nadeln, von 6 Z. nge und 1,5 Zoll Breite in der Mitte, mit abgerundeten Enn an Drähten schwingen. Die eine Nadel war magnetisch, e andere nicht; doch machte sie vermöge der gröfsern Elaicität des Aufhängungsdrahtes nahe ebenso viele Schwingunn. Alles Metall war auf mehrere Fufs entfernt. Es war ch der 100sten Schwingung

	der Ausschlagwinkel in der Sonne	der Ausschlagwinkel im Schatten	Temperatur in der Sonne	Temperatur im Schatten
i der magnetischen Nadel	16°,5	31°,4	107°,3 F.	57°,8 F.
i der unmagnetischen Nadel	18,8	26,1	116,7	65,0

Die Differenz der Schwingungsweiten in Sonne und Schatn ist also bei der magnetischen Nadel fast doppelt so grofs, bei der unmagnetischen (14°,7 : 7°,3), während die Differz der Temperaturen (49°,5 und 51°,7) nur wenige Grade trägt. Als etwas Merkwürdiges führt Christie den Umstand , dafs die Sonnenstrahlen einige Zeit gebrauchten, um ihre lle Wirkung hervorzubringen, und er schreibt dieses ihrer wärmenden Kraft zu. Als diesen Nadeln noch eine kupfer und eine gläserne Nadel beigesellt wurde, erhielt man folnde Resultate.

	Ausschl.-Diff.	Temperatur im Schatten	Temperatur in d. Sonne	Diff.
gnetische Nadel	12°,7	85°,7 F.	152°,4 F.	66°,7
magnetische -	7,3	75,3	148,3	73, 0
pferne -	5,1	80,0	139,0	59, 0
äserne -	6,3	74,2	132,2	58, 0

Die vorerwähnten Versuche wurden im April angestellt; Juli war des stärkern Sonnenlichts ungeachtet die Wirng nicht gröfser. Es war nämlich

		Temperatur	
	Ausschl. - Diff.	im Schatten	in der Sonne
im April	14°,9	57°,8 F.	107°,3
im Juli	11,5	83,3	146,4

Noch wurde die magnetische Nadel dem Einfluſs ge… ten Sonnenlichts ausgesetzt und zwar mit und ohne Conde… sirung, welche letztere durch eine Linse von 11 Zoll Ö… nung bewerkstelligt wurde. Die Nadel schwang in einem c… lindrischen Gehäuse von 9 Zoll Durchmesser, dessen inn… Temperatur durch ein Weingeist-Thermometer angegeb… wurde.

	Letzer Ausschl. - Winkel.	Temp. des Gehäus…
Im Schatten	20°,1	90°,7 F.
In der Sonne	9,7	121,6
Unt. e. rothen Glase	12,8	119,5
Unt. d. Brennpunct der Linse	5,8	148,5
Unt. Einfluſs der Linse und eines rothen Glases	12,9	162,9
Unt. Einfluſs der Linse und eines blauen Glases	15,5	162,9

Diesen Versuchen zufolge wäre es hauptsächlich die I… tensität des Lichts und nicht die dadurch erzeugte Wär… Rothe Strahlen wirken stärker als blaue.

Um diesen Punct ins Klare zu bringen und das Licht a… zuschlieſsen, schloſs Christie die Nadeln in ein thönernes G… fäſs von 7,5 Z. Durchmesser und 1,2 Z. Höhe, das von A… mit Wasser erwärmt werden konnte. Ein im Gehäuse b… liches Weingeistthermometer gab die Temperaturen an. … erhielt folgende Resultate.

	Temp. des Gehäuses		Diff.	Letzter Ausschl.-w.	
Magn. Nadel	138°,0 F.	62°,9 F.	75°,1	34°,1	29°,1
- -	126,3	51,1	75,2	36,7	32,6
- -	136,7	51,5	85,2	39,7	33,9
Unmagn. -	137,7	49,1	88,6	26,1	21,7
Kupferne -	136,5	56,7	79,8	32,1	28,1
Gläserne -	138,8	52,2	86,6	31,7	26,3

Es ist also hier die verminderte, nicht die erhöhte Temperatur, welche die Oscillationen auf ein geringeres Mafs reducirt. Auch ist diese Wirkung für alle Nadeln so ziemlich dieselbe. CHRISTIE schreibt diese Behinderung der Schwingungen dem Widerstande der umgebenden Luft zu, die in der Kälte dichter ist, als in der Wärme.

Durch diese und die frühern Versuche verleitet will CHRISTIE der Wärme keinen Einflufs auf die Verminderung der Schwingungsbogen gestatten, sondern er glaubt, die Ursache im Sonnenlichte selbst suchen zu müssen. Wohl spricht er von Strömungen, welche am Rande der Nadel aufsteigen können, weil die unter der (schmalen) Nadel befindliche Luft im Schatten derselben sich befinde (?), also kälter sey, als die übrige. Allein diese Wirkung wäre für alle Nadeln dieselbe und vermag also nicht den bei magnetischen und unmagnetischen Nadeln beobachteten Unterschied zu erklären. Haben, fragt er, vielleicht das Licht und das magnetische Princip eine verschiedene Dichte und stellt das Licht dem magnetischen Fluidum ein Hindernifs in den Weg? Oder wird in den Lichtstrahlen bei ihrem Vorbeigehn an der Magnetnadel selbst ein Magnetismus erzeugt, durch welchen sie wie bei ARAGO's Rotationsversuchen die Nadel aufhalten? Immerhin glaubt CHRISTIE diese unerklärlichen Erscheinungen mit der angenommenen Magnetisirung des Eisens durch das Licht in enge Verbindung setzen zu müssen und behält sich vor, durch kräftige Versuche mit Abweichungs- und Neigungsnadeln, in verschiedenen Tageszeiten und verschiedenen Azimuthen der Sonne angestellt, durch Schwingungen im Meridiane und senkrecht auf denselben, dem Geheimnifs näher zu kommen.

Schon zwei Jahre früher, bald nach CHRISTIE's ersten Versuchen, hatte BAUMGARTNER[1] über diesen Gegenstand Versuche angestellt, die, wenn sie jenseit des Canals bekannt geworden wären, die spätern fruchtlosen Bemühungen dem englischen Physiker erspart haben würden. Sie unterscheiden sich jedoch von den letztern dadurch, dafs die Versuche nur mit magnetischen, nicht auch mit andern Nadeln gemacht wurden. Da sie nicht zur Unterstüzung einer vorgefafsten Erklärungsart, sondern lediglich zur Auffindung des Wahren in der Sache angestellt wurden, so möge auch hier eine kurze

1 Zeitschr. f. Phys. und Math. III. S. 157.

Aufzählung derselben vorangehn, um die darauf gegründe[te] Erklärung dann folgen zu lassen. Der Apparat bestand in fol- gendem.

Eine Nadel von 3 Zoll Länge, die 97,5 Gran wog, war in einem gläsernen, am untern Rande eingetheilten, Cylinder an einer Leinfaser so aufgehängt, dafs sie 1 Z. hoch vom Bo- den abstand. Der Cylinder ruhte auf einem Gestelle von Ahorn holz, das vermittelst drei hölzerner Stellschrauben so berich- tigt werden konnte, dafs der Faden genau im Centrum d[er] Theilung hing. Durch einen Magnet wurde die Nadel bis z[ur] beabsichtigten Schwingungsweite abgelenkt und derselbe, wen[n] diese eintraf, weit weggeworfen. Zum Beschatten der N[adel] diente ein Schirm aus Pappendeckel. Die folgende T[afel] giebt nebst dem ursprünglichen Schwingungsbogen denjeni[gen] an, welchen die Nadel nach 20 Schwingungen erreichte. Hi[er-] bei fanden sich die Schwingungszeiten oft sehr verschie[den], man mochte in der Sonne, im Schatten, im Zimmer oder [auf] dem freien Felde operiren. Diese Ungewifsheit versch[wand] jedoch, als man anfing, sehr harte Nadeln anzuwenden. [Es] zeigten sich im Sonnenlichte oder im Schatten keine Versch[ie-] denheiten der Schwingungsdauer.

Ausschlagbogen.		Nach 20 Schwingungen	
	Anfangs	In der Sonne	im Schatten
	20°	14½°	15°
	40	24	32
	60	40	44
Später	40	28	29
	20	15	15½

Als die Nadel fünf Mal mit einem mäfsig starken Mag[net] bestrichen worden war,

	40	30½°	31½
	20	15½	16½

Fünf nachfolgende Bestreichungen konnten den Magnetis[mus] nicht mehr steigern. Das Thermometer war nach wie [vor] auf 23° C. Die Verstärkung des Magnetismus in der N[adel] wirkte also der Verminderung der Schwingungsbogen ent[ge-] gen. Die Dauer der 20 Oscillationen war von 1′ 23″ [auf] 1′ 6″,25 heruntergekommen.

Dafs eine schwerere Nadel vom Einflusse der Sonne weni[ger] leide, als eine leichtere, erwies Baumgartner durch eine Re[ihe]

bei Versuchen mit einer Nadel von 60 und einer von 532,5 Gran. Durch das Sonnenlicht wurde der Schwingungsbogen der leichtern bedeutend vermindert, bei der schwerern hingegen zeigte sich in der Sonne und im Schatten kein Unterschied. Eine möglichst gehärtete Nadel von 4 Z. Länge und 60 Gran Gewicht kam im Schatten nach 20 Schwingungen von 60° auf 49° Schwingungsbogen herunter. Wurde sie hingegen vermittelst zweier Spiegel vom reflectirten Sonnenlichte beleuchtet, so ging sie bis auf 47°,5. Die Zeitdauer war die nämliche in beiden Fällen. Die Richtung des Lichts hatte auf das Resultat keinen Einfluſs, es mochte den Apparat von der Seite in irgend einem Azimuthe oder von oben herab bestrahlen. Im gänzlich verfinsterten Zimmer nahm der Ausschlagwinkel in 20 Sec. von 60° bis 42° ab. Das Nämliche war der Fall, wenn man das Licht durch eine 6 Lin. im Durchm. haltende runde Oeffnung in das Zimmer dringen lieſs, so daſs der Sonnenstrahl den Apparat treffen konnte. Wurde es aber durch einen Spiegel darauf hingeleitet, so ging die Verminderung bis auf 40°. Ein Versuch, bei welchem fünf Glasglocken successiv über einander gestellt wurden, zeigte zwar eine Vermehrung der Hitze im innersten Cylinder, die bei Anwendung der ersten Glocke von 23° C. auf 43° C. stieg, sich aber nachher nicht vermehrte; allein der Schwingungsbogen wurde durchgehends von 60° auf 40° gebracht und auch die Schwingungsdauer von 1′ 10″ erlitt keinerlei Aenderung. Das glänzende Licht einer Zündkerze, die aus einem Gemisch von Salpeter, Schieſspulver und Spieſsglanz bestand, hatte nicht die mindeste Einwirkung. Die Nadel kam in diesem Lichte, so wie im Finstern, von 60° auf 44°. Noch wurden die Farbenbilder des Prisma's vermittelst eines Spiegels auf die Nadel hingeleitet. Bei den Farben Roth, Gelb, Grün kam sie von 60° auf 40°, beim Blau auf 40°,5 und beim Violett auf 41°. Hier erwiesen sich also diejenigen Farben, denen man sonst einen besondern Einfluſs auf den Magnetismus zuschrieb, gerade am unkräftigsten.

Baumgartner schlieſst aus seinen Versuchen:

1) Die Verminderung des Schwingungsbogens einer horizontal schwingenden Magnetnadel im Sonnenlichte rührt nicht von einer magnetischen Kraft des Sonnenlichtes her; denn sonst würde sie *a*) bei stark magnetisirten Nadeln wirksamer

hervortreten, als bei schwach magnetisirten, und es wi
b) nicht gerade diejenigen Farben des Prisma's, welche n
Morichini's Versuchen die stärkste magnetische Kraft h
sollten, die unwirksamsten.

2) Die fragliche Einwirkung ist eine Folge von Strö
gen und Wirbeln, welche durch die Erwärmung von
in der eingeschlossenen Luft des Gehäuses der Magnet
hervorgebracht werden.

Zum Beweise dieser Behauptung setzte Baumgart
(zuerst in der Absicht, die Einwirkung des Bodens auf d
Ausschlagwinkel zu vermeiden) die Glasglocke, in welcher
Nadel zu schwingen hatte, auf ein frei an der Wand be
stigtes Gestell, das unten offen war. Etwa 1¼ Fuſs un
demselben befand sich die Fläche eines Tisches. Als di
von der Sonne beschienen wurde, während der Apparat i
Schatten stand, ging der Schwingungsbogen in 20 Oscillati
nen von 60° auf 36° herunter, da er vorher selbst im d
recten Sonnenlichte nur auf 40° sich vermindert hatte.
leitete dann das Sonnenlicht mittelst eines Spiegels von ob
auf die Magnetnadel herab und fand die nämliche Verm
derung, wie vorhin; ein Beweis, daſs das Licht selbst hi
keinen merklichen Einfluſs hatte. Ein gläserner Boden, d
am Glascylinder angebracht wurde, machte, daſs die Schwi
gungsbogen von 60° auf 40°,5, im directen Lichte auf
zurückgingen. Noch auffallender bestätigte sich Baumga
ner's Vermuthung, als er unter dem offenen Glascyl
eine Weingeistflamme in solcher Entfernung anzündete,
man in der Gegend der Nadel nichts von einer Erwärm
bemerkte. Dieſs wirkte noch kräftiger, als Sonnenlicht;
der Schwingungsbogen sank während 20 Schwingungen von
auf 31° herab. Baumgartner nimmt hierbei an, daſs
verschlossenen ruhigen Gefäſse die Nadel der Luft eine
wisse Geschwindigkeit nach der Richtung ihrer Bewegung
theile, die, wenn sie auch mit jeder Oscillation umgek
wird, dennoch während derselben ihr weniger Hinderniſs
gegensetzt; wird aber in Folge einer örtlichen Erwär
die zunächst den Boden des Gefäſses trifft, die gleichf
Temperatur der Luft gestört, so entstehn aufwärtsgehend
wieder herabsinkende Strömungen, welche, indem sie di
rizontale Bewegung der Nadel senkrecht durchschneiden,

keine Seitengeschwindigkeit annehmen können. Wird das Gefäfs durchgehends erhitzt, wie bei den übereinander Glasglocken oder bei Christie's stark erwärmten Gläsern, so hört dieser Kreislauf auf, und auch eine vermehrte Hitze vermag keine gröfsere Störung hervorzubringen. übrigens das Sonnenlicht hier nur durch seine Erwärmung wirke, zeigte der starke Effect der Weingeistflamme Ausschlufs des Sonnenlichts. Auch erhellet dieses aus der Bemerkung Christie's, dafs die Sonnenstrahlen einige Zeit brauchten, um ihre volle Wirkung hervorzubringen. Baumgartner unterstützt diese Wahrnehmung noch durch einen directen Versuch. Er bedeckte den Boden des Gefäfses, in dem die Nadel oscillirte, mit schwarzem Papier und liefs das Sonnenlicht auf den Apparat fallen. Sogleich nachdem er den Ausschlagwinkel am Anfang und am Ende von Oscillationen beobachtet hatte, rückte er einen papiernen Schirm vor und wiederholte unverweilt den Versuch im Schatten. Er erhielt dasselbe Resultat. Später jedoch, als die Wärme des Apparats sich ausgeglichen oder zerstreut haben mochte, trat wieder der gröfsere Ausschlagwinkel ein.

Noch ist freilich Christie's Behauptung, dafs ein magnetisirter Stab eine fast doppelt so grofse Verminderung seiner Schwingungsbogen erleide, als ein unmagnetisirter, hiemit nicht erledigt, allein die Schwierigkeit, hierüber einen Versuch anzustellen, d. h. die Schwingungen der unmagnetisirten Nadel mit denen der magnetisirten isochronisch zu machen, ohne in die Art der Aufhängung neue Verschiedenheiten und Complicationen hineinzubringen, gestattet uns, diese Behauptung als unerwiesen bei Seite zu lassen. Dagegen würden Versuche im luftleeren, nicht blofs verdünnten Raume nach Baumgartner's Bemerkung sehr geeignet seyn, das Urtheil über diese Sache zum Ziele zu bringen.

V. Chemische Wirkungen des Magnetismus.

Schon die frühern Physiker, Boyle und später Musschenbroek, hatten es sich zur Aufgabe gemacht, den Magnet mit andern Stoffen in chemische Verbindung zu bringen,

indem sie pulverisirten Magnetstein mit verschiedenen Säur und Salzen, bald auf nassem, bald auf trockenem Wege, be handelten. Der fleifsige holländische Experimentator erschö sich hierüber in mancherlei Versuchen und meinte sogar, d magnetische Kraft als einen flüchtigen Stoff mit Quecksil oder Arsenik übertreiben zu können; die Vermischung jen Pulvers mit verschiedenen Salzen, die er verschiedenen, t heftigen Feuergraden aussetzte, gab ihm mehr oder mind feste Massen, die eine magnetische Anziehung bald verwe gerten, bald gewährten, je nachdem durch den Feuerproc jenes Pulver mehr oder weniger oder gar nicht oxydirt wo den war. Die Anziehung fand sogar noch statt, wenn es Mennige und Borax gemischt durch ein dreistündiges Gl feuer in eine schwärzliche gleichartige Masse, die sich Glas ziehen und giefsen liefs, verwandelt worden war. Pulver gestofsen hing sie sich, wie Feilspäne, bärtig an Magnet an[1]. Das letztere Experiment enthielt nichts Au lendes, da gerade durch den Glasüberzug die Eisentheile magnetischen Pulvers gegen alle Oxydation geschützt wo waren; auch die Ungleichheit der übrigen Versuche hätte dem Experimentator leicht erklärt, wenn er in der meist ge ben oder röthlichen, zuweilen auch schwärzlichen Färb des Products, die er jedoch jedesmal anführt, den wirkli Zustand des Eisens erkannt hätte.

In neuern Zeiten ist mehr die umgekehrte Frage in tersuchung genommen worden. Es handelt sich nicht um den Einflufs der chemischen Stoffe auf den Magnet, s dern um die Wirkungen, welche, in Folge einiger Wahrn mungen, die magnetische Kraft auf chemische Operatio auf Oxydirung und den Krystallisationsprocefs haben so Noch am Schlusse des vorigen Jahrhunderts glaubte von A nim in seinen Ideen zu einer Theorie des Magnetismus[2] zu dem Schlusse berechtigt, dafs der Nordpol eines Mag im Wasser stärker oxydirt werde, als der Südpol. Es ge ihm zwar nicht, dieses an einem Magnetstabe direct nach weisen, wohl aber fand er, dafs wenn man statt der Pole Magnets die eiserne Armatur, welche beide verbindet,

---

1 Diss. de Magnete. p. 84 seqq.
2 G. III. 59. V. 394. VIII. 279.

sser befeuchte, diese an dem Ende, das den Südpol be-
st, stärker oxydirt werde. Er brachte dieses mit der Vor-
llung in Verbindung, dafs beim Magnetisiren des Stahls
erstoff und Kohlenstoff in demselben sich trennen und der
ere nach dem Südpole, der letztere nach dem Nordpole
s Stabes sich ziehe, wodurch dann auch die gröfsere Schwere
s letztern hervorgebracht werde (?). Mithin müfste die Ar-
ttur da stärker angegriffen werden, wo mehr Sauerstoff sich
der Nähe befände. Legte er zwei Magnetstäbe so anein-
der, dafs ihre ungleichnamigen Pole sich berührten, so wür-
n diese durch Befeuchtung mit vollkommenem gelben Ei-
nest überzogen in der nämlichen Zeit, wo die einander
rührenden gleichnamigen Pole zweier andern Stäbe nur
e unvollkommene schwärzliche Verkalkung erzeugten. Im
fgufs von Kressensamen sollte der Südpol in einer Nacht
hwarz anlaufen, während der Nordpol noch glänzend
ib.

Der nach neuen Entdeckungen strebende J. W. Ritter
rfolgte mit Eifer diese Wahrnahmungen und gab in einer
handlung über das „Chemische des Magnetismus"[1] eine
enge von Versuchen an, welche eine gröfsere Oxydirbarkeit
s Südpoles beweisen sollten. Weiche Eisendrähte hingegen,
lche man in der Richtung des magnetischen Meridians ins
asser legt, wurden, vom Erdmagnetismus afficirt, seinen
bachtungen zufolge nach Norden hin früher und stärker
t Rost überzogen, als am südlichen Ende. Eine von ihm
sprochene spätere Fortsetzung dieser Versuche ist, viel-
cht weil die gemachte Entdeckung sich nicht bewährte, aus-
blieben.

Ein ähnliches Schicksal hatte Lüdike's vermeinte Zer-
ung des Wassers durch eine sogenannte magnetische Bat-
e. Er hatte in die durchbohrten Wände eines Trinkglases
i Glasröhrchen eingekittet, deren inwendig stehende En-
zugeschmolzen waren. In die Röhrchen trat auf jeder
e des Glases ein fein zugespitzter Eisendraht als Fortleiter
Magnetismus der Batterie. Wasser, das früher in das Glas
ossen worden war, entwickelte an dem Glasröhrchen des

---

1 S. seine Beiträge zu näherer Kenntnifs des Galvanismus. Bd.
I. 55.

nördlichen Endes mehrere Blasen, während das des S
pols rein blieb. Spätere Versuche mit verstärkten m
tischen Apparaten gaben jedoch so ungewisse und un
Resultate, dafs LÜDIKE drei Monate nachher die ge
Entdeckung selbst widerrief[1]. STEINHÄUSER in Halle
Besitz eines sehr kräftigen magnetischen Magazins, fand e
sowenig eine Bestätigung von LÜDIKE's vermeinter E
deckung[2].

In einer ausgedehnten kritischen Abhandlung über die
RITTER damals noch (1802) zu unbegründet aufgestellte e
trisch-geographische Polarität und über magnetisch-chem
Wirkungen nahm der skeptische ERMAN auch die beha
ungleiche Oxydirung der magnetischen Pole vor[3]. Er
schon seit Jahren die Pole magnetischer Stäbe und Hufeis
Beziehung auf ihre Oxydirung durch Zersetzung des a
sphärischen Wasserdampfes ohne Erfolg untersucht, auch
ke Stahldrähte an die Pole eines 15 ℔. tragenden Hufe
magnets angelegt und die beiden Spitzen der Drähte
tief ins Wasser getaucht, das über einer Quecksilbe
stand. Das Eisenoxyd senkte sich von jeder Spitze a
glatte Fläche des Quecksilbers und bildete auf derselbe
vollkommene Kreise, doch war weder im Durchmesse
selben, noch in der frühern Erscheinung des Oxyds
eine Ueberlegenheit des einen Pols wahrzunehmen. E
wenig war dieses möglich, als ERMAN statt der Queck
fläche zur Schliefsung des magnetischen Kreises einen se
polirten Glasspiegel ins Wasser unterlegte. Neutralsalz
Säuren, die er bei diesen Versuchen statt des reinen W
gebrauchte, gaben ebensowenig eine chemische Wirku
Magnetismus zu erkennen. Von Wasserzersetzung war
falls keine Rede.

Mit diesen letzten Versuchen eines so geübten
kers war die Lehre vom chemischen Einflusse des Ma
mus gleichsam zu Grabe getragen. Wie die übrigen
des Magnetismus, so blieb auch sie in der allgemeinen
beachtung, bis im J. 1817 Prof. MASCHMANN[4] in Chri

1 G. IX. 375. XI. 117.
2 G. XIV. 125.
3 G. XXVI. 139.
4 G. LXX. 234.

dass er bei seinen Vorträgen über Chemie zur Darstellung des sogenannten Dianenbaums in einer heberförmigen Glasröhre salpetersaures Silber über Quecksilber goss, in dem (zufällig) nach Norden liegenden Schenkel des Hebers das Silber sich stärker ansetzen sah, als in dem südlichen. Er theilte seine Wahrnehmung dem Prof. HANSTEEN mit, der, anfangs ungläubig, doch später den wiederholten Erfahrungen seine Zustimmung nicht versagen konnte, wie er dieses in einem Briefe vom Jan. 1821 an Prof. GILBERT selbst aussprach. Der Hauptversuch bestand in Folgendem. Man befestigte zwei Heber (von 1 Fuss Länge der Schenkel und 6 Lin. Weite), die mit der Silberauflösung gefüllt waren, dergestalt, dass der eine in der Richtung des magnetischen Meridians sich befand, während der andere seine Schenkel in Ost und West hatte. Im ersten entwickelte sich 1) der Dianenbaum ungleich stärker, als in dem letztern, und stieg 2) auch höher hinauf im nördlichen Schenkel als im südlichen. Im nördlichen Schenkel hatten die Krystalle einen reinern Metallglanz und waren mehr ...förmig, im südlichen schienen sie mehr oxydirt zu seyn. Brachte man Gläser, die mit Silberauflösung gefüllt waren, in die Nähe eines Magnets, so schien das dem Südpole nähere Glas sein Silber weit schneller nach diesem hinzuschieben, als das Glas ohne Magnet, und bedurfte zur Ausscheidung des Silbers nur den vierten Theil der Zeit von jenem.

HANSTEEN's Name, so vorsichtig er auch über diese Erscheinungen sich ausgedrückt hatte, gab denselben einen unbestrittenen Credit, welcher noch durch die Zeugnisse von MURGGER[1], DÖBEREINER[2], MÜLLER[3] und KASTNER[4], die die Versuche wiederholt hatten, bekräftigt wurde. Auch RIKE[5] fand, dass Salzauflösungen, welche in flachen Gefässen über die Pole eines aus mehrern Stäben bestehenden Hufeisenmagnets gebracht wurden, zwischen den Polen einen krystallfreien runden Raum liessen, während die Krystallisation vorzugsweise über den Polen oder doch ausserhalb je-

1 Jahrb. XIV. S. 84.
2 Ebend.
3 KASTNER Archiv. VI.
4 Ebend.
5 G. LXVIII. 76.

nes magnetischen Kreises erfolgte. Kastner[1] hatte ei: Magnetnadel in eine Glasröhre verschlossen und sie in d Richtung des magnetischen Meridians in eine Auflösung v. Bleizucker gelegt; die Krystallisation des Salzes zeigte s: stärker an den Polen. Dagegen konnte Dr. Dulk[2] in K nigsberg mit einem starken Magnete, der 25 ℔. zog, k. Einwirkung auf den Dianenbaum hervorbringen und salpe: saures Silber, das zwischen Glasplatten gebracht, der E wirkung der Pole ausgesetzt wurde, zeigte keinerlei A. derung.

Während in Deutschland bei diesem Widerspruche d Versuche der chemische Einfluſs des Magnetismus unbeac. blieb, brachte im J. 1828 der Abbé Rendu von Chamb. die Sache bei den Pariser Physikern in Anregung[3]. Er hatte die Schenkel einer heberförmigen Röhre, die mit dem A. guſs von blauem Kohl gefüllt war, zwei Eisendrähte hin hängen lassen, die mit den Polen eines Hufeisenmagnets Verbindung standen. Die Farbe der Flüssigkeit veränd. sich in beiden Schenkeln in Grün, und dieses erfolgte s. als auf Biot's Anrathen die Eisendrähte mit zugeschmolz. kleinen Glascylindern armirt wurden, um die directe Be rung des Eisens auszuschlieſsen. Ohne Magnetismus, nu: sich der Luft ausgesetzt, ging die Farbe des Kohlauf. in Roth über. Bei dieser Gelegenheit, die zwar keine w tere Prüfung dieses Gegenstandes zur Folge hatte, wurden franz. Physiker auch mit den frühern Bemühungen der D. schen in diesem Gebiete, namentlich mit Ritter's und Mas. mann's Versuchen, bekannt.

Im J. 1829 trat endlich der um die technische Che: verdiente Prof. Otto Linné Erdmann in Leipzig mit e: vollständigen historisch-kritischen Arbeit über die angeblic chemischen Wirkungen des Magnetismus auf[4]. Er nahm : verschiedenen Arten, wie dieselben sich äuſsern sollten, e: zeln durch, wiederholte mit Sorgfalt die dafür aufgeste. Versuche, und wies nach, was in diesen übersehn wor:

---

1 Arch. VI. 448.
2 Ebend. 457.
3 Ann. de Ch. XXXVIII. 196.
4 Schweigg. Jahrb. XXVI. S. 24.

m. Die Magnete, die er anwandte, bestanden in folgenden: zwei Stäbe von 8 Z. Länge, ½ Z. Breite und ¼ Z. Dicke, denen jeder sein eigenes Gewicht trug; ein Hufeisenmagnet, von ungefähr 5 ℔. Tragkraft, zwei grofse Magnetstäbe von 3 F. Länge, 2 Z. Breite und 1 Z. Dicke, die durch einen Eisenstab einseitig zu einem Hufeisen verbunden eine Tragkraft von noch nicht 20 ℔. hatten; endlich noch ein magnetisches Magazin aus 6 Stäben bestehend, dessen Tragkraft Erdmann höchstens auf 80 ℔. anschlägt. Die meisten Versuche wurden in einem nach SSW gelegenen Zimmer angestellt und einseitige Beleuchtung, wo sie nicht nöthig war, vermieden. Die ersten Versuche betrafen die *Oxydation des unmagnetischen Eisens unter dem Einflusse des Erdmagnetismus.* Erdmann zeigte die Schwierigkeit, vollkommen gleichartigen Eisendraht zu erhalten, weist aus der verschiedenen Oxydirbarkeit einzelner Stellen, welche Folge der innern Beschaffenheit oder äufserer Betastung seyn konnte, die Täuschungen nach, die bei einseitigen Versuchen auch geschickte Beobachter missleitet hatten, und stellt als Resultat von funfzehn mit gröfster Umsicht angestellten Versuchen folgende drei Sätze auf.

1) Die Oxydation des unter Wasser liegenden Eisens wird durch den Erdmagnetismus nicht modificirt, indem weder eine frühere noch eine häufigere Oxydbildung nach einer der Himmelsgegenden erfolgt.

2) Bei reinem und gleichförmigem Eisen beginnt die Oxydation stets am frühesten da, wo das Eisen mit andern Körpern, nicht blofs metallischen, sondern mit den Wänden des Gefäfses, z. B. mit Steingut und auch mit Wachs, in Berührung steht. Eine Eisennadel auf eine Schale mit convexem Boden niedergelegt oxydirt sich in der Mitte, in concaven Schalen zuerst an den Enden.

3) Das einfallende Tageslicht oder schwaches Sonnenlicht kann, wenn es nicht durch seine Wärme wirken kann, die Oxydation des Eisens weder beschleunigen, noch aufhalten.

Ueber das Verhalten stählerner magnetisirter Drähte und Nadeln ergab sich aus 11 Versuchen Folgendes.

1) Wenn die Enden der Nadel am Gefäfse auflagen, so begann Gasentwickelung und Oxydation bald am Nordpole, bald am Südpole früher, setzte sich aber dann auch an die-

sem Ende ausschliefslich fort, welches auch die Lage der I del nach den Weltgegenden seyn mochte.

2) Waren sie in der Mitte auf einem Stücke Wachs festigt so nahm zuletzt die Oxydation in der Nähe des W ses ihren Anfang.

3) Stahlnadeln in Wasser mit verdünnter Salzsäure gehängt schwärzten sich allenthalben gleich. Beide E trockneten gleich schnell und zeigten auch nachher keine V schiedenheit.

4) Die Annäherung eines starken Stabmagnetes an Pole einer mit Wachs im Meridiane befestigten, in con trirter Salzsäure versenkten, Magnetnadel hatte nicht den r desten Einfluſs weder auf besondere Gasentwickelung, noch Oxydation.

Nicht günstiger für den magnetischen Einfluſs als bisherigen fielen Erdmann's Versuche über Metallreducti aus. Durch mehrere Fehlproben hatte er sich überzeugt, hier auf die Reinheit des Quecksilbers das Meiste ank und daſs man durch die bloſse Unreinigkeit desselben e der Macht habe, die Krystallisation in dem einen oder an Schenkel des Hebers entstehn zu lassen, indem diese so mit der das Quecksilber überziehenden Haut in Verbin tritt. Aus 15 Versuchen ergab sich keine besondere Kry lisation im nördlichen Schenkel, nur zuweilen schien es, ob der vom Lichte abgewendete Schenkel mehr Krystalle setze, als der andere; doch auch dieser Lichteinfluſs blieb keineswegs gleich. War der ganze Apparat gegen das L geschützt, so fand die nämliche Unbeständigkeit statt, in bald der nördliche, bald der südliche Schenkel schönere K stalle darbot, während die Salzablagerung in beiden n verschieden war. Auch in einer Heberröhre, die mit e saurer Bleiauflösung gefüllt war und in welcher die Redu durch Zink bewirkt wurde, zeigte sich kein Unterschied den Bleiniederschlägen der beiden Schenkel.

Wie der Erdmagnetismus, ebenso unkräftig bewiesen s auch künstliche Magnete. Die heberförmige Röhre mit Silberauflösung, auf den Schenkeln eines Hufeisenmagnets festigt, zeigte bald Nordpole, bald am Südpole die schön Krystallbüschel. Unter äuſserlich gleichen Umständen war Krystallbildung bald lebhaft, bald langsam. Auch die gro

Magnetstäbe zeigten keinen entschiedenen Einfluſs, ebensowenig die Lage der Röhre in Beziehung auf die Magnetpole oder die Himmelsgegenden. Hatte die Vegetation des Silberbaums einmal in einem Schenkel begonnen, so trieb sie fort, wenn auch alle äuſsere Umstände geändert wurden. Die Ausscheidung des Silbers ging nicht, wie man sonst annimmt, nach den metallischen Leitern hin, auch auf die Krystallisation des Quecksilbers hatte der Magnetismus keine Einwirkung; es hatte sich, wie man bei Ausleerung der Röhre sah, sich in beiden Schenkeln in gleicher Menge und in gleich groſsen Krystallen angelegt.

Auch die Krystallisation von Salzauflösungen erfolgte in der Berührung mit den Magnetpolen nicht anders, als ohne dieselben, sobald man Sorge trug, daſs die Masse des Metalls nicht etwa durch Wärmeentziehung auf die Solution einwirken konnte. Auch Gasentwickelungen gingen auf gleiche Weise vor sich.

Endlich wurden auch die Pflanzenfarben, Lackmus- und Rhabarberpapier auf magnetische Wirkung ohne allen Erfolg probirt. Bei der Wiederholung von Rendu's Versuchen zeigte sich, daſs allerdings die Eisendrähte, magnetisch oder unmagnetisch, die Fähigkeit haben, den rothen Kohlaufguſs auch ohne Zutritt der Luft (die Flüssigkeit war mit Oel übergossen) grün zu färben, daſs aber diese Wirkung ausblieb, wenn die Drähte mit Glas oder auch nur mit Wachs armirt waren. Um die magnetische Wirkung zu erhöhn, unterzog sich der Verfasser der Mühe, solche armirte, von den Polen eines starken Magnetstabes ausgehende Drähte eine Viertelstunde lang mit dem Hufeisenmagnet zu streichen, allein auch dieses blieb ohne sichtbaren Erfolg.

Nach so scharfen und entscheidenden Untersuchungen darf man wohl kein Bedenken tragen, die chemischen Wirkungen des Magnetismus aus dem Gebiete der physikalischen Erfahrungen zu verweisen. Daſs an dem ungünstigen Erfolge von Erdmann's Versuchen keinerlei Unglauben von seiner Seite Theil hatte, ergiebt sich unter anderm auch aus seiner Vermuthung, daſs durch Anwendung groſser Magnete und besonders durch anhaltendes magnetisches Streichen während des Versuchs doch vielleicht eine Veränderung in den berührenden Reagentien zu entdecken wäre. Er räth dazu die An-

wendung einer mechanischen Triebkraft an, um das Streichen Tage lang fortsetzen zu können. Dafs der Magnetismus in Bewegung ein mächtiges Agens sey, haben seit FARADAY'S glänzender Entdeckung die neuern Versuche über die elektrische Wirkung des schnell alternirenden Magnetismus bestätigt. Indefs sind die auf diesem Wege erhaltenen chemischen Processe, Wasserzersetzungen u. dgl. eigentlich nicht als Werk magnetischer Kräfte, sondern der durch diese hervorgerufenen elektrischen Thätigkeit anzusehn.

XV. Magnetisirung des Stahls.

Dafs man durch *Bestreichen* mit einem natürlichen Magnete Eisen und Stahl magnetisch machen könne, war schon früher bekannt, wie auch dafs der Erdmagnetismus in Eisenstangen aufgefafst durch ebendiese Manipulation dem Stahl einen bleibenden Magnetismus ertheile. Schon GILBERT am Ende des 16. Jahrhunderts erwähnt jene Methode, die später wieder zum Theil vergessen ward und erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts ihre vollständige Ausbildung erhielt. Man unterscheidet in derselben den *einfachen Strich* von dem sogenannten *Doppelstrich.* Bei dem erstern setzt man den einen Pol des Magnetes, z. B. den Nordpol, in die Mitte des zu magnetisirenden Stabes auf und führt ihn bis zum einen Ende fort; dieses erhält dadurch einen Südpol. Man gleitet nun vom Ende mit dem Magnete ab, und setzt ihn mit dem Südpole wieder auf die Mitte des Stabes, um auch dessen andere Hälfte zu bestreichen, die dadurch nordpolarisch wird. Dieses Verfahren setzt man so lange fort, bis die magnetische Kraft des Stabes nicht mehr zunimmt, wovon man sich durch Anziehung von Gewichten oder durch die Ablenkung einer Compafsnadel überzeugt. Nach dieser Methode wurden früher und werden auch noch jetzt Stahlstäbe magnetisirt, wenn man nur einen einzigen Magnet zur Verfügung hat. Sie hat den Nachtheil, langsamer und selten in vollen Mafse den Magnetismus mitzutheilen, und meistens ist er auch in demjenigen Schenkel am stärksten, der zuletzt bestrichen worden. Auf diesem Wege hielt es daher schwer, einen starken Magnetismus zu bewirken, ohne bereits mit noch stärkern Magneten versehn zu seyn, und bei dem Eifer,

in welchem das Studium des Magnetismus in der Mitte des vorigen Jahrhunderts betrieben wurde, konnte eine verbesserte Methode nicht lange ausbleiben.

Diese mochte wohl Knight besessen haben, allein da seine Eitelkeit höher ging als die Wissenschaft, so blieb sie ein Geheimnifs. Erst im Jahr 1750 trat Michell[1] mit einem verbesserten Verfahren auf, welchem er selbst den Namen des *Doppelstrichs* (*double touch*) gab. Er benutzte den schon von ihm angewandten Vortheil, kleine Stäbe in Bündel zu vereinigen und auf diese Weise auf den einzelnen Stab eine gesteigerte Kraft einwirken zu lassen. Zu diesem Ende verschaffte er sich zuerst ein Dutzend Stäbe von 6 Zoll Länge und ¼ Zoll Breite, jeder 1¼ Unzen schwer. Von diesen legte er sechs mit den Enden der Länge nach so an einander, dafs sie eine gerade Linie bildeten, und bestrich sie wiederholt mit irgend einem natürlichen oder künstlichen Magnete. Diese Behandlung hatte die sonderbare Folge, dafs die zu äufserst liegenden Stücke schwächer magnetisirt wurden, als die in der Mitte liegenden. Michell legte daher auch jene in die Mitte, schreibt aber vor, bei diesem zweiten Bestreichen den Magnet nicht bis ans Ende der Reihe fortzuführen, damit die (vorher in der Mitte gelegenen) stärker magnetisirten Stücke nicht wieder geschwächt würden. Von diesen sechs magnetisirten Stäben werden je drei in ein Bündel zusammengefafst, wodurch man zwei zusammengesetzte Magnete erhält.

Man legt dann die andern sechs Stahlstäbe ebenfalls in eine Reihe der Länge nach hin und setzt die zwei Magnetbündel dergestalt auf die Mitte derselben, dafs ihre ungleichnamigen Pole oben sich berühren, während sie unten um einige Linien von einander getrennt sind, was am besten durch ein dazwischen gelegtes Stückchen Holz oder Metall h bewerkstelligt wird. Mit diesem Doppelmagnete fährt man sodann über die Reihe der Stahlstäbe drei- bis viermal hin und her, bringt hierauf die beiden äufsersten Stäbe in die Mitte, um sie dort stärker zu magnetisiren, und wendet endlich die Fig. 156.

---

1 Nicht Mitchell, wie Gehler und die franz. Autoren schreiben. A treatise on artificial magnets, in which is shewn an easy and expeditious Method of making them superior to the best natural ones. Cambridge 1750. 8.

ganze Reihe um ihre Längenaxe um, damit sie auch auf d andern Seite bestrichen werde. Die letztern sechs Stäbe e halten hierdurch einen beträchtlich stärkern Magnetismus, die erstern. Daher werden die Magnetbündel aufgelöst : diese Stäbe wieder auf dem nämlichen Wege vermittelst letztmagnetisirten magnetisirt, und diese Operation wird : wechselnd so lange fortgesetzt, bis keine weitere Zunahme magnetischen Kraft sich ergiebt. In diesem Falle wird, w die Stäbe gehörig gehärtet sind, ein einzelner Stab an ei Pole allein ein Pfund Eisen tragen und die sechs Magnets werden ein anderes System von Stahlstäben nach drei l vier Bestreichungen bis zur Sättigung magnetisiren, nur v es nöthig seyn, die beiden äufsersten einmal in die Mitte versetzen. Mehr als drei Stäbe zusammen zu binden MICHELL für unzweckmäfsig, wegen der gegenseitigen V drängung des gleichnamigen M; er bemerkt hierbei, dafs er z schon aus theoretischen Gründen sich viel von der Wirk keit des Doppelstrichs versprochen habe, dafs aber seine wartung weit übertroffen worden sey, indem derselbe n leiste, als ein fünfmal so starker Magnet durch die ein Bestreichung.

MICHELL giebt für die Magnetisirung gröfserer Stäbe einen eignen hölzernen Rahmen an, der jedoch keine so lichen Vortheile zu gewähren scheint. Auch lehrt er, ohne Beihülfe eines bereits vorhandenen Magnets blofs d den terrestrischen Magnetismus solchen Stäben die Kraft zu theilen sey. Ein kleiner weicher Stahlstab wird auf ei langen, in der Richtung des Meridians liegenden etwas n wärts (doch lange nicht bis zur Richtung der Inclination del) geneigten Brete zwischen zwei 4 bis 5 Fufs lange und bis 18 ℔. schwere Eisenstangen gelegt und in dieser Lage einem beinahe senkrecht gehaltenen, unten glatt gefeilten sernen Feuerschürer (*Poker*) gerieben. Auf diesem W werden mehrere solcher kleinen Stäbe magnetisch gema bis man die übrigen auf die vorhin beschriebene Art d den Doppelstrich ungleich ergiebiger magnetisiren kann, u so wird allmälig von kleinern Stäben zu gröfsern fortgeschr Er räth von gröfsern Magneten deswegen ab, weil sie n leicht gleichförmig zu härten seyen, und bei der eben erwä ten Magnetisirung scheint er zu glauben, dafs die Eisenstan

mäfsige des ihnen (zumal in der fast horizontalen Lage) in-wohnenden geringen Magnetismus für gröfsere Stahlstäbe zu schwach gewesen seyen, gleichsam als wenn ihr eigner Magnetismus auf den Stahl übergehn müfste.

Michell's kleines Werk (von 81 Octavseiten) verräth zwar nicht einen wissenschaftlich gebildeten, aber einen sehr verständigen Forscher. Er ist mehr, als man seinem Zeitalter zutrauen sollte, mit den Eigenthümlichkeiten des Magnets bekannt. Er weifs, dafs die Anziehungen umgekehrt nach den Quadraten der Entfernungen erfolgen und dafs die magnetische Kraft alle Stoffe durchdringt; er kennt den Unterschied zwischen Eisen und Stahl im weichen und harten Zustande und bemerkt, dafs der erstere zwar den Magnetismus leichter annehme, ihn aber schneller wieder verliere, dafs aber der harte Stahl zwar schwerer magnetisch zu machen, allein wegen seines Festhaltens der einmal ihm gegebenen Kraft zu Magneten und Compafsnadeln der einzig taugliche sey. Er [illegible] (zu seiner Zeit) den sogenannten *Blister Steel* für den besten, bemerkt jedoch, dafs, da alles aufs Glühen und Härten desselben ankomme, die untauglichsten Stücke nach wiederholtem Glühen oft die besten würden; er warnt vor allzu-starker Erhitzung des Stahls, die jedoch vollständig seyn mufs (*it must be hardened with a full heat*). Endlich führt er [illegible] die seltsame Meinung an, dafs *Leinöl*, in welches der magnetische Stahl gelegt wäre, seine Kraft vermehre und scheint [illegible] von einer vermeintlichen Erfahrung abzuleiten, dafs ein [illegible] Gehäuse mit Oelfarbe bemalt mit der Zeit magnetisch [illegible]. Am Schlusse weist er auf die Anwendung des Magnets, besonders der langen Nadeln, und auf die Dienste hin, die sie, aufser der Schifffahrt, beim Bergbau zur Absenkung der Schachten leisten, und zeigt, wie man sich durch den mehr oder weniger regelmäfsigen Gang etwaiger Ablenkungen von der Gegenwart und Macht eisenhaltiger Stoffe überzeugen [illegible] und dafs sich durchs Magnetisiren entdecken lasse, ob stählerne Geräthschaften, Werkzeuge u. dgl. ganz von Stahl oder nur cementirtes Eisen seyen.

Michell's Verfahren enthält zwei wichtige Verstärkungsmittel des Magnetismus. Das eine besteht darin, dafs er den zu magnetisirenden Stab an seinen Enden von andern Stäben berühren läfst, wodurch die in dem erstern gebildeten Polari-

täten eine stärkere Spannung erhalten, daher sie auch stä magnetisirt werden, als die äufsern, ein Umstand, der M chell zu der Behauptung verleitet, ein Magnet sey ge die Mitte stets mehr magnetisch als an den Enden. Die zwei Verstärkung besteht in dem sogenannten *Doppelstrich* zufolge dessen in beiden Hälften des Stabes in dem glei chen Moment der zugehörige Magnetismus erregt wird, ebenfalls die gegenseitige Spannung der ungleichnamigen Hä ten oder ihre Ladungscapacität erhöht. Diese Methode dann auch überdiefs den Vortheil, nicht nur der stärk Magnetisirung wegen keine intermittirenden Puncte, d. h. wechselnde Polaritäten, in dem Stabe zurückzulassen, sond auch die magnetischen Kräfte in jedem Pole gleich zu mach

Ein dem ersten Verstärkungsmittel analoges Verfahren h nach Duhamel's[1] Bericht schon fünf Jahre früher ein ma matischer Instrumentenmacher in Paris Namens Le Ma angewandt und Duhamel hatte sich mit ihm zu verschied Versuchen vereinigt, um kleine Stahlmagnete nachzumach die damals von London her als das Werk eines englisch Arztes (Knight) ausgeboten wurden und ihr eignes Gewic zu tragen vermochten. Le Maire's Kunst bestand darin, d zu magnetisirenden Stab auf einen andern zwei- bis drei längern Stab der Länge nach so zu legen, dafs der klein über den gröfsern um einige Zolle hervorragte. In die Zustande wurden sie zusammengebunden und magnetisirt. sie schon vorher einzeln magnetisirt worden waren oder ni das schien keinen Unterschied zu machen, wohl aber wu die Tragkraft des kleinern Stabes auf diese Weise nahe das Doppelte von dem gebracht, was er durch einfaches streichen mit dem nämlichen (natürlichen) Magnet gele hatte.

Das Jahr 1750, in welchem Michell auftritt, war für Methode des Magnetisirens besonders ergiebig. Im Jan desselben theilte John Canton[2] der Königl. Societät ein V fahren mit, von welchem er dann zu Hause vor zwei M gliedern Probe ablegte, weil er zu schüchtern war, in Versammlung vor so hoch geachteten Herrn (*for whom*

1 Mém. de l'Acad. de Paris. 1745. p. 181.
2 Phil. Trans. Vol. 47. f. 1751. p. 31.

so great a respect) zu experimentiren. Statt wie Mi-
LL die zu magnetisirenden Stäbe in eine gerade Linie
u ordnen, legt er zwei derselben auf ¼ Zoll Entfer-
ng parallel und verbindet ihre Enden durch zwei Quer-
be von Eisen, fährt mit einem Doppelpaar von Magnet- Fig. 157.
n ns und n's' zuerst auf dem einen, dann auf dem an-
Stabe hin und her, wobei er Sorge trägt, mit dem Ma-
n am Ende der Operation von der Mitte des Stabes seit-
abzugleiten. Die zwei Magnete, zwischen welche Mi-
LL unten ein Stückchen Holz legt, trennt er durch eine
oben dazwischen geklemmte Stecknadel. Er führt also,
jener, den sogenannten *Doppelstrich* aus. Dagegen bringt
m Ende noch zur Verstärkung ein neues Verfahren an.
zwei fast horizontal gehaltenen Magneten m und m' fährt Fig. 158.
von der Mitte der so eben magnetisirten Stäbe bis zu ih-
Nord- und Südpol aus, indem er jedesmal am Ende ab-
und in der Mitte wieder aufsetzt, ohne eine rückwärts-
de Bewegung zu machen. Die ersten schwachen Ma-
verschaffte sich CANTON durch den Erdmagnetismus,
er kleine ungehärtete Stahlstäbe an eine verticale Ei-
band und sie mit einer andern Eisenstange rieb (er
diese Poker und Feuerzange) und diese nachher durch
vorhin beschriebene Verfahren abwechselnd verstärkte. Zu
eigentlichen Magneten gebrauchte er ganz harte Stäbe.

Im April desselben Jahres legte DUHAMEL, der schon frü-
mit diesem Gegenstande sich beschäftigt hatte, der Aka-
von Paris eine Methode vor, die mit derjenigen CAN-
's, von welcher er doch nichts wissen konnte, grosse
chkeit hat[1]. Zwei grosse Stahlstäbe A1, A2 von 2½ F. Fig. 159.
e, 1 Z. Breite und ¼ Z. Dicke, gehärtet und wohl po-
werden mit einem Magnete, der etwa 20 Pfd. tragen
, auf gewöhnliche Weise bestrichen. Zwischen diese
en dann zwei kürzere Stäbe B1, B2, deren Dimensio-
ur die Hälfte der erstern betragen, so gelegt, dass beide
der parallel sind, ohne sich zu berühren. Beide werden
h die eisernen Querstäbe C, C in Verbindung gesetzt.
lässt man den Nordpol des genannten starken Magnets
N des Stabes A1 über B1 bis S des Stabes A2 einige

1 Mém. de l'Acad. 1750. p. 154.

Male hingleiten und verfährt auf ebendiese Weise mit B2, das man an die Stelle von B 1 einlegt. Hat man die Reibung nach dieser Regel auf beiden Seiten der Stäbe B, B durchgeführt, so verwechselt man ihre Lage mit den Stäben A, A, um auch diese ebenso zu magnetisiren. Somit ist der Apparat fertig. Soll eine Nadel magnetisirt werden, so lege man
Fig. 160. dieselbe an die Stelle von B 1 zwischen die Stäbe A 1 und A 2 und ihr gegenüber parallel eine ähnliche Nadel oder ein Stück Eisen, verbinde beide durch die Eisenstücke C, C, setze die Stücke B 1, B 2 in der Mitte der Nadel auf und führe sie in schräger Richtung nach ihren Enden hin. Mit drei vier solcher Striche wird die Nadel bis zur Sättigung magnetisirt seyn.

Im Jahr 1760 machte Antheaulme[1] eine Methode kannt, die, indem sie den Erdmagnetismus statt eines gnets zu Hülfe rief, zu gleicher Zeit auch die eben erw Bindung der im kleinern Stabe erregten Polarität zur
Fig. 161. hatte. Auf einem langen Brete, das in der Richtung der gungsnadel, nämlich etwa 70 Grade gegen Norden geneigt lagen zwei starke Eisenstangen AB und CD von meh Fuſs Länge[2]. Beide waren bei B und C durch einen nen Würfel m von 1 bis 2 Zoll Seite getrennt, an Kanten sich zwei Stahlplatten n und s von 1 Lin. Dick hoben, deren oberer Rand um etwa ¼ Zoll über die St hervorragte und etwas zugeschärft war. Auf diesem n oder s wurde die eine oder andere Hälfte der Comp del oder des zu magnetisirenden Stabes gerieben und dadurch die verlangte Polarität in bedeutendem Grade. ist also noch von keinem Doppelstrich die Rede und theaulme kam erst dann auf diese Idee, als er es vers eine Nadel auf der Mitte eines Magnetstabes zu reiben, natürlich ohne Erfolg blieb, weil, wie Lalande sich drückt, die magnetische Flüssigkeit dort keinen Ausgang den konnte. Er wollte also dort den Stab getheilt d. h. er legte zwei Stücke mit ihren freundschaftlichen P

1 Mémoire sur les aimans artificiels, qui a remporté le pri l'Acad. de Petersbourg. Paris 1760. 4.

2 Nach Lalande's Bericht hatte Antheaulme später Stangen 2 Zoll in Kanten und 15 Fuſs Länge angewandt. Mém. de l'A 1761. p. 213.

n einander, die er durch ein Stück Carton getrennt hielt. Eine Nadel auf dieser Stelle gerieben nahm ihre volle Kraft an.

Später kehrte er diese Manipulation um, indem er zwei Stäbe, deren ungleiche Pole sich nicht berührten, auf der ganzen Länge der Nadel mehrere Male hin und her führte und dann in der Mitte seitwärts abglitt. Hierbei waren die Stäbe oberhalb, der eine auf diese, der andere auf die entgegengesetzte Seite geneigt, ungefähr so, wie Canton es zehn Jahre früher gelehrt hatte.

Werfen wir einen Blick auf die hier nach den Quellen mitgetheilte Geschichte der verschiednen Methoden des Magnetisirens, so finden wir, dafs nach Knight, der sein Verfahren nicht bekannt machte[1], der Mechaniker Le Maire der erste war, welcher von dem bloſsen einfachen Bestreichen abgehend die magnetische Spannung durch untergelegte Stahlstäbe erhöhte, und dafs unter denjenigen, welche den Doppelstrich lehrten, Canton vorangeht, welcher auch das Bestreichen mit geneigten Stäben schon vor Duhamel bekannt gemacht und dieselben tiefer neigt, als dieser. Michell brachte die Benennung des *Doppelstrichs* auf und lehrte ein Verfahren, das auch nach den neuesten Versuchen[2] den spätern Anordnungen an Wirksamkeit keineswegs nachsteht. Dafs nach diesen Erfindungen acht Jahre später die Petersburger Akademie für die beste Magnetisirung einen Preis ausschreiben und für eine bloſse partielle Benutzung des Erdmagnetismus Antheaulme ertheilen konnte, ist entweder der Langsamkeit der damaligen literarischen Communicationen, oder dem Geiste zuzuschreiben, der vorzüglich über der Lehre vom Magnetismus gewaltet zu haben scheint, dafs nämlich jedes folgende Zeitalter die Entdeckung des frühern vergaſs. Wir haben also Le Maire und Canton als die ersten Erfinder der Magnetisirungsmethoden anzusehn, ohne darum ihren Concur-

---

[1] Erst nach seinem Tode wurde von Wilson Folgendes darüber mitgetheilt. Knight legte zwei starke Magnetstäbe mit ihren ungleichnamigen Polen in gerader Linie an einander und oben auf sie den zu magnetisirenden Stab; indem er sodann die Magnetstäbe aus einander zog, erfolgte eine Art Bestreichung des aufgelegten Stabes. Die Methode war gut, aber unbequem. Fig. 162.

[2] S. unten die Versuche von Scoresby.

als Messing, Kupfer, Zink, Glas oder mit hartem Holze, gerieben, so entstanden bestimmte Pole, die sich bei Umkehrung der Nadel durch das nämliche Verfahren vernichten und auch umkehren liefsen. HALDAT bemerkt, dafs nur bei weichem Eisen, doch auch ohne dafs es ausgeglüht sey, diese Erregung sich zeige, vermuthlich weil beim Stahl der Eindruck der Reibung zu schwach war.

Von ähnlicher Art ist die Magnetisirung, mit welcher DÜFAY und besonders THULLARD bedeutende Wirkungen hervorbrachten und bei der durch anhaltendes Hämmern dem terrestrischen Magnetismus der Eingang in die Poren des Eisens geöffnet wurde.

Auch die Einwirkung der Atmosphäre umgebender Magnete, die bei HALDAT's Versuchen eine wesentliche Bedingung ausmacht, wird schon von DÜHAMEL als ein kräftiges Erregungsmittel empfohlen. Stäbe, die durchs Reiben ein nur geringe Kraft angenommen hatten, wurden stärker magnetisch, als man sie längere Zeit (etwa 14 Tage) mit dem Magnete in Berührung liefs.

Bemerkenswerth ist eine Behauptung, die schon DUHAMEL aufstellt, dafs die Stahlstäbe einen stärkern Magnetismus annehmen, wenn man ihre Pole ein oder mehrere Male umkehrt. Er hatte sogar an einem natürlichen Magnete dieses Verfahren mit Vortheil versucht. Dieser, der anfänglich kaum einen Nagel trug, hob, nachdem er im entgegengesetzten Sinne magnetisirt worden war, sogleich 6 Unzen und bei einer nochmaligen Umkehrung seiner Pole 22 Unzen.

Auch Fuss spricht von diesem Verstärkungsmittel, auf das ihn zuerst der Zufall geführt hatte, mit aller Bestimmtheit als von einem Ergebnifs entscheidender Versuche und empfiehlt dessen Anwendung in der Praxis, obgleich er in der Erklärung mit dem abwechselnden Oeffnen, Zuschliefsen und Umkehren der Haare und Klappen, welche nach der Euler'schen Theorie die Canäle im Magnete verschliefsen, etwas in die Enge geräth[1].

Schon ROBISON hatte wahrgenommen, dafs die geringste Spur von Oel das Reiben unkräftig mache, dafs hingegen durch Benetzung der Stahlenden mit Wasser die Magneti

1 S. unten die neuesten Versuche von QUETELET.

g beim Reiben sehr befördert werde[1]. Diese Behinderung
is Oel bestätigt auch Fuss, welcher, um die Stäbe vom
zu reinigen, etwas Oel an denselben gelassen hatte[2].
nämlichen Widerstand leistet nach Robison auch das
te Goldblättchen. Stäbe, die man roh gelassen hatte,
en einen stärkern Magnetismus an, als solche, die mit-
sig polirt waren, und diese letztern wurden schneller
tisch als ganz glatte, ohne jedoch einen so hohen Grad
Kraft anzunehmen, wie diese. Fuss hingegen dringt be-
s darauf, dafs die Stahlstangen sorgfältig polirt seyen,
dieses mehr aus theoretischen Ansichten über die Ver-
ng des magnetischen Fluidums in den Stäben, als aus
n der Erfahrung. Er glaubt sogar, es wäre besser, an
nden der Stahlstangen ein Stück weiches Eisen von 4
Lin. Länge anzuschweifsen, um eine desto genauere
ng der Pole mit dem Träger oder den Verbindungs-
zu bewerkstelligen. Man hätte dabei den Vortheil, die
die man zum Magnetisiren verwendet, über den Stahl
r ganzen Länge von einem Ende bis zum andern zu
statt dafs man jetzt in einiger Entfernung vom Ende
müsse.

ss bringt noch folgende Verhaltungsregeln bei. Jede
oder Trennung der berührenden Theile während der
on ist streng zu vermeiden und daher das Rectangel
be mit Nägeln oder hölzernen Klammern zu befesti-
Man soll nicht zu lange auf einem Stabe verweilen,
n bald zum andern übergehn, nachdem man den er-
gleich um seine Axe umgewendet hat. Mit dem Streich-
e soll man in der Mitte des Stabes abgleiten, nicht
n Enden. Die Bewegung des Streichens darf nicht
oder eilfertig seyn, dieses schadet dem Magnete und
t die Magnetisirung.

„Es ist," sagt er, „eine allgemein verbreitete, aber nichts
weniger irrige Meinung, dafs man mit Magneten von
tender Masse und Stärke kleine Stäbe leicht bis zur
ung magnetisiren könne, während das Gegentheil un-
ich sey. Gleichwohl haben wir (Fuss und Euler)

---

1 Encyclop. Britannica. 4th Ed. XII. p. 375.

2 L. c. p. 58.

„mit Magnetstäben von geringer Gröfse und Kraft grofse Huf-
„eisen und Stangen von 24 bis 30 Zoll Länge gut magneti-
„sirt, ohne jedoch im Stande zu seyn, mit sehr kräftigen
„Magneten kleinere Stücke auf die nämliche Kraft zu treiben,
„die wir ihnen mit ebenso kleinen Magnetstäben beigebracht
„hatten. Sehr oft, bemerkte Fuss, versuchte ich es, einen
„Stahlstreifen von 12 Zoll mit 12zolligen Stangen zu magne-
„tisiren. Doch war der Erfolg nie demjenigen gleich, bei
„welchem ich schwächere Magnete angewendet hatte."

Fuss will dieses Paradoxon durch die allzugrofse Hef-tigkeit des Stroms erklären, der in dem kleinen Stabe sich nicht gehörig ausbreiten könne, da hingegen ein schwächerer magnetischer Zuflufs sich leichter mit den Wirbeln im grö-fsern Stabe verbinde, und fügt hinzu, Euler habe oft in Mu-fsestunden sich damit unterhalten, Stäbe von 18, 24 und 30 Zoll Länge mit 12zolligen bis zu deren völliger Erschö-pfung zu bestreichen; nur müsse man Sorge tragen, den magnetisirenden Stab in seiner ganzen Breite zu reiben. Wenn bei grofsen Stahlmassen sich Knoten und unreine Stellen zei-gen, über welche der Magnet leicht weggleitet, so müssen diese besonders und länger als die übrigen Stellen gerieben werden. Hufeisen sollen nach Fuss nur aus einem Stabe ge-macht werden und zwar in den gewöhnlichen Verhältnissen (die Breite etwa $\frac{1}{12}$ der Länge). In der Mitte sollten sie brei-ter und dicker seyn und allmälig gegen die Enden hin sich bis auf 1 oder 2 Linien verdünnen, um dort dem magneti-schen Strome durch Zusammenpressung mehr Heftigkeit zu geben. Zwei Hufeisen der Art, das eine von 11 Unzen, das andere von 2 Pfd. Gewicht, trugen gleich nach dem Magne-tisiren 10 Pfd. und 30 Pfd., während andere von durchaus gleicher Dicke und Breite höchstens das Sechsfache ihres Gewichts zu heben vermochten. Späterhin brachte er die bei-den zugespitzten Magnete bis auf 16 und 33 Pfde.

Aus dem bisher Gesagten ergiebt sich unbezweifelt, daſs diejenigen Methoden der Magnetisirung am wirksamsten seyen, bei welchen durch angelegte Eisen-, Stahl- oder besser Ma-gnetstäbe eine Art Kreislauf des magnetischen Fluidums in dem zu magnetisirenden Körper während des Bestreichens erregt wird. Noch waren zur Zeit, als die verschiednen Methoden auf die Bahn gebracht wurden, die feinern Mittel, um die

Stärke des Magnetismus zu prüfen, nicht bekannt, und erst Coulomb und neuerlichst Kater haben sich bemüht, über die relative Wirksamkeit jener Verfahrungsarten einiges Licht zu verbreiten. Der erstere bediente sich hierzu der horizontalen Schwingungen, der letztere der Drehwaage.

Zum *ersten Versuche* wählte Coulomb einen gehärteten angelassenen Stahldraht von 300 Millim. (11 Par. Z.) Länge und 7 Millim. (0,4 L.) Dicke, den er unter einem rechten Winkel über den Pol eines einfachen Magnetstabes weggleiten liefs. An einem Seidenfaden aufgehängt machte dieser 10 Schwingungen in 74 Zeitsecunden. Ebenso viel machte er auch, als er über Magnetbündel von 4 und von 10 Stäben rechtwinklig gezogen wurde oder als er gar nach der Methode von Duhamel (Canton) oder der von Aepinus mit Anwendung eines grofsen magnetischen Magazins magnetisirt wurde. Es war also hier gar keine Verstärkung möglich und *für Drähte von so geringem Durchmesser ist jede Art der Magnetisirung gleich.*

Zweiter Versuch. Eine angelassene Stahlfeder von der nämlichen Dicke und Länge, wie der Draht, jedoch 8 Millim. (3,5 L.) breit, machte auf die gleiche Weise mit dem einfachen Stabe bestrichen zehn Schwingungen in 77 Secunden, mit einem Doppelstabe bestrichen in 75 und mit einem Bündel von zehn Stäben in 75, und in nicht weniger, als sie nach Duhamel's und Aepinus Methode behandelt wurde. Hier ist der Unterschied der Methoden zwar fühlbar, aber noch sehr unbedeutend; es wird stärker bei gehärteten Blechen.

Dritter Versuch. Ein Stahlblatt von 64 Millim. (6 Z.) Länge, 9 Millim. (4 Lin.) Breite und 0,6 Millim. (0,3 Lin.) Dicke, hellkirschroth angelassen, mit einem Doppelmagnete bestrichen, machte zehn Schwingungen in 51 Secunden, auf einem Bündel von vier Stäben gestrichen in 49 Secunden, auf [illegible] und 10 vereinigten Stäben in 47½ Sec., auf zwei geneigten Stäben in 47½ und in ebenso viel nach Duhamel's und Aepinus Methode bestrichen. Bei diesen Versuchen zeigte sich die Methode von Aepinus weniger wirksam, indem die Schwingungszeiten um ½ bis 1 Sec. gröfser wurden. Diese Unzulänglichkeit rührt ohne Zweifel von dem Umstande her, dafs bei diesem Verfahren die zuletzt bestrichene Hälfte des Stabes stets die stärkere Polarität hat.

Schon Coulomb bemerkt aus der Anordnung des Ei- feilichts auf dem Papiere über einem so magnetisirten S dafs der Indifferenzpunct nicht in der Mitte, sondern stärkern Pole nahe lag; analog mit Kupffer's Beobachtun

Vierter Versuch. Ein Streifen von 202 Millim. (7 Länge, 14 Millim. (½ Z.) Breite und 1 Millim. (0.4 Dicke, mehrere Male über den Pol eines vierfachen Ma- stabes hin und her geführt, machte zehn Schwingung 73 Sec. An einem vierfachen Magnetstabe ebenso beh in 62 Sec. An einem Bündel aus 10 Stäben in 59 Sec. gegen brachten nur zwei Stäbe unter einer Neigung v bis 20 Gr. über den Streifen gleitend diese Zeit auf 53 Mit vier Stäben auf 49 Sec. und ebenso weit auch mit und zehn Stäben. Mehr vermochten auch die Methoden Duhamel und Aepinus nicht mit einem oder mehrern ben die Schwingungszeit zu erniedrigen. Auch hier bew also die beiden letztern Methoden ihre entschiedene Ue genheit, und für dünne Stäbe sind beide gleich gut, nu stärkern Massen ist die von Aepinus vorzüglicher. Cou bewies dieses mit einem der grofsen Stäbe, aus denen Magnete bestanden. Er hielt 400 Millim. (nahe 15 Z.) ge, 15 Millim. (7 Lin.) Breite und 5 Millim. (2½ Lin.) und war hellkirschroth gehärtet. Nach der Methode von pinus mit zwei einfachen Stäben gerieben machte er Schwingungen in 110 Sec. und konnte auch mit mehr ben nicht weiter gebracht werden. Nach Duhamel's thode hingegen konnte er mit Magneten aus vier Stäben diesen Sättigungsgrad erreichen.

Bei einem noch dickern Stabe von der nämlichen L 25 Millim. (11 Lin.) Breite und 9 Millim. (4 Lin.) erreichte man nach Duhamel mit Magneten aus zehn S eine Schwingungszeit von 162 Sec. Nach Aepinus bed es nur der Magnete aus vier Stäben, um sie auf 153 Sec den Sättigungsgrad zu reduciren.

Für grofse Stäbe ist also die Methode von Aepinus beste. Auch Biot, welcher Coulomb's Versuche mitt findet, wie Fuss, dafs die *Gröfse* der Magnete zum Ma- tisiren nicht viel hilft und dafs dagegen ein Bündel von L

---

1 S. oben: *Vertheilung im Innern der Stäbe.*

[den] Magnetstäben viel wirksamer ist. Er schreibt dieses dem [Um]stande zu, dafs man jedem einzelnen Stabe für sich eine [grö]fsere Kraft zu ertheilen im Stande ist, als die Stahlmasse [im] Innern eines grofsen Magnets je erhalten kann. Wohl [möch]te auch die Vermehrung der Oberfläche, die dem Ma[gnet]ismus einen ausgedehntern Aufenthalt gewährt, zu dieser [Ange]legenheit wesentlich beitragen.

Bei seinen Versuchen mit der Drehwaage bediente sich [Scoresby] zweier Rectangel aus Stahlblech von 5 Z. Länge und [etwa] 0,02 Dicke. Das eine hatte 0,7 Z., das andere 0,35 Z. [Breite]. Das breitere wurde so lange dünner gefeilt, bis es [mit] dem andern gleiches Gewicht hatte, nämlich 142 Gran [...]. Beide waren im gleichen Zustande von Weichheit. [Z]wei Magnete wurden senkrecht in der Mitte dieser Stahl[stäbe] aufgesetzt, so dafs ihre ungleichnamigen Pole einander [berührten]. Sodann wurden ihre untern Enden um ¼ Zoll aus[einan]der geschoben und durch ein Stückchen Holz getrennt [erhal]ten, während die obern noch in Verbindung blieben. [Dann] wurden sie auf beiden Seiten so lange hin und her ge[stri]chen, bis die Nadel gesättigt schien. (Dieses war nach [Mi]tchell's Methode.)

Erster Versuch.

Die schmalere Nadel zeigte 655 an der Drehwaage,
— — breitere — — 674 — — —

Zweiter Versuch. Magnetisirung wie die vorige; nur [wur]den auch die obern Enden der Magnete durch ein ebenso [dick]es Stück Holz getrennt.

Schmale Nadel 595.
Breite — 580.

[We]gen gestörten Kreislaufs wegen geringere Wirkung.

Dritter Versuch. Die Magnete, wie vorhin, senkrecht [au]f die Mitte aufgesetzt, nachher ihre untern Enden um die [hal]be Länge der Nadel auseinandergesetzt; die obern in Ver[bi]ndung.

Schmale Nadel 760.
Breite — 780.

Vierter Versuch. Die Magnete wie bisher in der Mitte [angele]gt, nachher jeder allein nach seiner Seite zum Ende [der] Nadel in verticaler Stellung hingeführt, sodann beide in [eini]ger Entfernung von der Nadel wieder zusammengebracht,

in der Mitte aufgesetzt und nach entgegengesetzter Seit
einandergeschoben.

Schmale Nadel 998.
Breite — 1155.

Fünfter Versuch. Da die Oberfläche der kleinen
zu rauh war, so dafs die Nadel nicht überall vom Mag
berührt wurde, so wurde sie glatt gefeilt und auch die
fsere an Gewicht gleichmäfsig vermindert. Magnetisirung
im ersten Versuche.

Schmale Nadel 1025.
Breite — 1150.

Sechster Versuch. Magnetisirung nach Duhamel;
gung der Magnete 45 Grad.

Schmale Nadel 1070.
Breite — 1170.

Siebenter Versuch. Gleiche Magnetisirung, Neigung
Magnete 20 Grad.

Schmale Nadel 1085.
Breite — 1195.

Achter Versuch. Ebenso. Die Magnete bilden mit
Nadel einen Winkel von 1 bis 2 Graden.

Schmale Nadel 1160.
Breite — 1275.

Neunter Versuch. Die Magnete flach auf der Nadel
gend und von der Mitte bis zu den Enden geführt.

Schmale Nadel 1158.
Breite — 1261.

Zehnter Versuch. Die Magnete bilden mit der Nad
nen Winkel von 2 bis 3 Graden; ihre andern Enden
durch einen sehr weichen Eisendraht verbunden.

Schmale Nadel 1145.
Breite — 1261.

Eilfter Versuch. Wie vorhin, nur ohne Draht.

Schmale Nadel 1160.
Breite — 1273.

Zwölfter Versuch. Beide Nadeln wurden beim Hellroth
glühen durchaus gehärtet, nachher von der Mitte aus bis
¼ Zoll vom Ende angelassen, bis das Blaue verschwund
war. Die Nadeln wurden dann wie beim eilften Versuch
magnetisirt und zeigten folgende Richtungskräfte:

Schmale Nadel 1815.
Breite — 1660.

Die letztere Nadel wurde, als bei einem spätern Erhitzen ein Stahlstückchen von 10 Gran sich losgesprengt hatte, noch einmal magnetisirt und erhielt dann eine Kraft von 1720.

Dreizehnter Versuch. Zwei andere Nadeln, ebenfalls Stangel, die eine von fünf, die andere von acht Zoll Länge und von gleichem Gewicht, aus dem nämlichen Stahlblech geschnitten, wurden bis zur Sättigung magnetisirt.

Die längere, welche auch schmaler war, zeigte 2275.
Die kürzere, breitere . . . . 1193.

Vierzehnter Versuch. Sie wurden bei Rothglühhitze gehärtet, nachher bis auf einen Zoll vom Ende unter die blaue Farbe angelassen und zeigten:

Die längere 2277.
Die kürzere 1865.

Kater's Versuche stimmen in so weit mit denen von Coulomb überein, daſs Canton's oder Duhamel's Methode der von Michell vorzuziehen sey. Merkwürdig ist dabei, daſs, so lange die Magnetstäbe vertical gehalten wurden, die Verbindung ihrer obern Enden oder ein gewisser Kreislauf des magnetischen Fluidums durch dieselben die Magnetisirung begünstigte. (S. Vers. 1 und 2.) Sobald sie aber nach auſsen geneigt waren, schien diese Verbindung keinen Antheil zu gewähren (Vers. 10 und 11). Doch ist das Experiment wohl wegen der unbedeutenden Masse des Verbindungsdrahts nicht entscheidend. Ebenso auffallend ist auch die gröſsere Empfänglichkeit gehärteter Nadeln in Vergleichung mit den ungehärteten. Schade, daſs Kater nicht auch seine nicht stark angelassenen Nadeln mit ganz gehärteten verglichen hat. Immerhin beweisen auch diese Versuche, daſs der *Doppelstrich*, d. h. die Bestreichung mit zwei Magnetstäben zugleich und die fast horizontale Lage derselben, das wirksamste Erregungsmittel sey, gleichviel ob man die Methode von Canton und Duhamel oder die von Aepinus befolge.

Als ein Beförderungsmittel der Streichmethode ist noch die *Erwärmung* der zu magnetisirenden Stäbe anzuführen. Schon Robison fand, daſs, wenn man einen kleinen Stab beim Rothglühen zwischen zwei Magneten ablöschte, er stärker magnetisch wurde, als auf irgend eine andere Weise. Neuer-

lich hat FRIEDRICH FISCHER in einer kleinen Schrift[1], sonst nicht viel Neues enthält, die Erwärmung der Stäb dem Magnetisiren empfohlen. Da diese hart seyn und sollen, so kann begreiflicher Weise von keiner großen die Rede seyn. Er empfiehlt nur, sie so warm zu dafs man sie mit blofser Hand nicht mehr anfassen kann, dann soll man das Streichen so lange fortsetzen, bis der erkaltet ist. Es ist allerdings anzunehmen, dafs durch Wärme die Capacität des Stahls für die Aufnahme des m tischen Fluidums erhöht oder dafs durch dieselbe ein des Magnetismus eingewickelt werde, wie es zum Th der Elektricität geschieht, so dafs nachher bei eintretend kältung die erhaltene magnetische Kraft desto stärker b tritt, allein bei einer so geringen Erwärmung, wie si statt findet, mufs auch wohl die Wirkung gering seyn.

So wirksam diese Methoden für die Magnetisirung nerer Stäbe, z. B. der Magnetnadeln, sind, so wären sie für die Bereitung gröfserer Magnete theils zu umstä theils ungenügend. Weit geeigneter ist hierzu der *E magnetismus*. Es bedarf hierzu nur einer Zink- und Kupferscheibe von mäfsiger Gröfse, ferner eines nich kleinen Hufeisens von weichem Eisen, welches mit etw kem Messing- oder Eisendraht umwunden werden muſs. Draht mufs zu besonderer Isolirung mit Seidenbänder wickelt werden. Mit dieser Verwahrung können die U dungen des Hufeisens über einander hingehn. Statt de wickelung mit Seide kann man auch die Drähte selbst Streifen von Stanniol (Zinnfolie) oder dünngewalztem Bl setzen, die man zu besserer Isolirung durch wohlgetr tes oder gefirnifstes Papier, durch Seide oder Wachs trennt. Die Vollständigkeit der Berührung, die mit solc Streifen erreicht wird, giebt ihnen für diesen Zweck ei Vorzug vor den runden Drähten. Nach HARE leistet Stanniolstreif von ¼ Z. Breite und 17 F. Länge mehr, als Draht von 80 F. Die Zahl der Umwindungen scheint die Entwickelung des Magnetismus einen bedeutenden Einf zu haben; ob der Draht links oder rechts gewunden we

1 Practische Anleitung zur Verfertigung künstlicher Mag 1833. 8.

erlei; nur seine Länge ist von entscheidendem Einfluſs
ie Erregung. Den Versuchen des americanischen Physi-
nfolge sollte man glauben, daſs eine Vertheilung der
n Drahtlänge auf mehrere einzelne von einander entfernt
nde Umwindungen die Wirkung bedeutend verstärke, doch
n hierüber die controlirenden Versuche. Die Verbindung
en mit den Polen des Volta'schen Apparats geschieht
equemsten durch dazwischen stehende Quecksilbergefäſse.
inem solchen mit Elektromagnetismus geladenen Hufeisen
dann der Stahlstab gerieben oder, wenn er die Hufeisen-
hat, statt des eisernen Trägers an die Enden dieses pro-
ichen Magnets angeschoben, so daſs der Strom durch das
tück hindurch muſs. Schon dieser energische, magneti-
Kreislauf muſs eine bedeutende Sättigung in dem zum
ete bestimmten Stahle hervorbringen, die aber ohne
el noch erhöht würde, wenn derselbe während dessel-
mit irgend einem zur Wärmeentwickelung geschickten,
harten Körper, am besten wohl mit Eisen oder einem
igen Magnete, auf seiner ganze Oberfläche gerieben würde.
it rathsam, den Stahl mehrere Stunden der Wirkung
Volta'schen Stroms ausgesetzt zu lassen. Sollte, wie das
schehn pflegt, die Kraft desselben sich verringern, so
besser, die agirende Säure von dem Apparate zu ent-
, die Zink- und Kupferplatten schnell zu trocknen und
e Säure, die nach Bigeon[1] am besten aus Wasser mit
hwefelsäure und $\frac{1}{10}$ Salpetersäure zusammengesetzt wird,
ießen.

Gestalt und Gröſse der Magnete.

Beschaffenheit des Stahls, Härtung, Polirung desselben.

Ueber die besten Dimensionen der Stahlstäbe in Bezie-
auf ihre Receptivität für den Magnetismus scheinen die
ern Bearbeiter dieses Faches keine Versuche angestellt zu
n. Höchstens über die Gestalt der Nadeln für die Com-
finden sich hier und da einige Vorschläge. Fuss schlägt
eigentliche Magnetstäbe eine Länge vor, die das Sechsfa-

[1] Ann. de Ch. Janv. 1821. p. 80.

che der Breite halte. Dagegen fand schon Musschen
dafs diejenigen Stäbe den stärksten Magnetismus anneh
deren Länge das 24fache ihrer Breite betrug, und dieses Ve
hältnifs wird auch durch die Erfahrungen Coulomb's bestä
zufolge welcher in einem cylindrischen Stahlstabe von 2 Li
Dicke der spürbare Magnetismus nur bis auf 4 Zoll vom E
nach der Mitte statt fand. Er selbst construirte seine Magn
bündel aus Stäben von 16 Zoll Länge, bei 0,6 Breite und
Dicke. Er legte je zwei der Breite und auch der Dicke n
an einander, so dafs er aus drei Lagen oder sechs Stäben d
Bündel von 1,2 Z. Dicke erhielt. Die zwei in der Mitte lieg
den Stäbe waren etwas länger, als die vier übrigen, und d
Enden aller traten in ein Stück sehr weichen und reinen E
sens ein, das einer vierseitigen abgestumpften Pyramide g
und mit Schlitzen zur Aufnahme der flachen Stäbe ver
war; ein eisernes oder messingenes, dicht anschliefsendes B
prefste die Stäbe in diese Beschuhung zusammen. Ä
liche Systeme aus acht, zehn oder mehr auf einander l
genden Stäben lassen sich leicht construiren, doch nimmt d
Stärke solcher Magnete keineswegs im Verhältnifs der St
zu, da, wie Coulomb's eigene Versuche beweisen, der M
gnetismus der innern Lagen durch die polare Gegenwirk
der äufsern zum Theil zerstört wird. Wäre die Verfertig
und die Härtung hohler stählerner Röhren nicht mit so g
fsen Schwierigkeiten verbunden, so würden diese wohl d
wirksamsten Magnetstäbe abgeben. Doch könnte man d
Stahlstäbe als Seiten eines sechs- oder mehrseitigen Pri
anordnen, wodurch die Berührung der Stäbe im Innern vermied
würde. Hufeisenmagnete werden ebenfalls mit Vortheil aus m
rern Lamen zusammengesetzt; doch möchte es dienlich s
hierbei die Zahl von dreien nicht zu überschreiten. Ueb
haupt hat es mit der Construction grofser Magnete gew
Grenzen, über welche hinaus der Zweck einer verhältnifsm
fsig stärkern Wirkung nicht mehr erreicht wird. Schon
Beschaffenheit des Stahls und seine Bearbeitung steht mit
Gröfse der Masse einigermafsen im Verhältnifs, indem die
wünschte Gleichförmigkeit und Reinheit bei kleinern Stück
ungleich eher als bei gröfsern zu erhalten ist; sodann ist
gleichförmige Erhitzung grofser Stücke und ihre Härtung b
deutenden Schwierigkeiten unterworfen; endlich steht der U

nd, dafs die magnetische Kraft, wie die elektrische, eine oberflächliche ist, einer allzustarken Vergröfserung der Dimensionen oder des kubischen Inhalts entgegen. Nach Barlow (in Folge seiner Versuche mit einer Kugel von dünnem Eisenblech) erheischt die magnetische Flüssigkeit eine Metalldicke, die über $\frac{1}{30}$ eines engl. Zolles geht. Nach Kater's Versuchen mit Cylindern von verschiedener Metalldicke und 1 Zoll Durchmesser äufserte ein solcher Cylinder von 0,185 engl. Z. gleiche Ablenkung auf eine nahestehende Boussole, wie ein voller, und etwa $\frac{1}{4}$ mehr als einer von 0,1 Zoll Blechdicke[1]. Diese Dicke von 0,18 Z. engl. oder 2 Lin. franz. würde also das Maximum der Tiefe darstellen, bis zu welcher der Magnetismus in das weiche Eisen eindringt; dafs er im harten Stahle ebenso tief gehe, ist wegen der weit geringern Permeabilität desselben zu bezweifeln. Auch stärkere Magnetismen, als der bei jenen Versuchen durch den Erdmagnetismus erregte, werden nicht tiefer gehn, da nach Coulomb's und Kupffer's Erfahrungen gerade der schwächere Magnetismus in einem Magnetstabe die gröfsere Länge einnimmt. ... wären 4 bis 5 franz. Lin. eine genügende Dicke für die ..., ihre Breite darf nicht über das Dreifache, höchstens Vierfache der Dicke gehn und die Länge soll etwa das 25fache der Breite ...gen. Stäbe von 4 Lin. Dicke würden also 1 Zoll breit und 2 ...g werden, was mit den gewöhnlichen Verhältnissen so ...lich übereinstimmt.

Den Untersuchungen, welche Coulomb und Kater über ... Gegenstand (jedoch der Letztere vorzüglich in Beziehung auf Compafsnadeln) angestellt haben, ist dasjenige beizufügen, was neuerlich Scoresby der ältere hierüber bekannt gemacht hat[2]. Er hatte sich durch einen geschickten Arbeiter ... Stäbe, A, B, C, D, E, jeder von 1 F. Länge und nahe ... Breite, aus der nämlichen Stahlmasse bereiten lassen. Ihre ...n und die durch sie bewirkten Ablenkungen einer Compafsnadel zeigt folgende Tafel:

[1] Philos. Trans. f. 1821.
[2] New Edinb. phil. J. by Jameson. April 1832.

	Dicke.	Ablenkung.	Tang. d. Abl.
A	0,55 Z.	33°	0,65
B	0,28	33½	0,66
C	0,20	29	0,65
D	0,14	29	0,55
E	0,08	27½	0,52.

Insofern die Stäbe beim Glühn, Härten und Magnetisiren gleich günstige Behandlung erfahren haben, ist der Stab dessen Dicke etwa ¼ der Breite ausmacht, der kräftigste. dünnern sind offenbar schlechter.

Zwei *dünne* Stäbe D und E zusammen, deren Gesa dicke derjenigen von C nahe gleich kommt, geben mehr W kung als dieser allein im Verhältnifs von 90:55 oder Ungeachtet also die gleichnamigen Pole zweier Stäbe bei Berührung sich etwas schwächen, so ist doch das System Verbindungen der Anwendung einfacher ebenso dicker bei weitem vorzuziehn.

Um den Einfluss der Länge zu prüfen, verschaffte Scoresby vier Stäbe A, B, C, D von 36, 24, 12 und Z. Länge und bemerkte ihre ablenkende Kraft in ver denen Entfernungen.

A = 36 Z.

Abstand v. Compafs.	Ablenkg.	Tang.
3 Fufs	34° 11′	679
6 —	7 43	135
9 —	2 44	48
12 —	1 18	23
15 —	— 43	13
18 —	— 25	7

B = 24 Z.

Abstand v. Compafs.	Ablenkg.
2 Fufs	30° 30′
4 —	6 22
6 —	2 15
8 —	1 7
10 —	— 38
12 —	— 23

C = 12 Z.

Abstand v. Compafs.	Ablenkg.	Tang.
1 Fufs	34° 50′	696
2 —	7 40	135
3 —	3 0	52
4 —	1 22	24
5 —	— 50	15
6 —	— 25	7

D = 4½ Z.

Abstand v. Compafs.	Ablenkg.
0 F. 4½ Z.	59° 35′
— 8½ —	8 0
1 ½ —	2 55
1 5 —	1 22
1 9½ —	— 42
2 1½ —	— 27

Die hier gegebenen Ablenkungen sind das Mittel aus Anziehung und Abstoſsung. Für verhältniſsmäſsige Entfernungen scheinen wohl die kürzern Stäbe kräftiger zu seyn; doch ist dieſs, namentlich bei dem Stabe D, nur eine Folge der Einwirkung des entgegengesetzten Pols auf die Prüfungsnadel, deren Länge immer dieselbe blieb. Schon bei den Entfernungen von zwei oder von drei Stablängen sind die Tangenten der Ablenkungen nahe dieselben für alle vier Stäbe; der Stab B war offenbar schlechter magnetisirt, als die übrigen, was zugleich den Grad des Zutrauens angiebt, den solche einzelne Versuche verdienen. Daſs übrigens auf gleiche absolute Distanzen die Wirksamkeit der gröſsern Stäbe in einem weit stärkern Verhältnisse als demjenigen der Länge zunehme, fällt in die Augen. Scoresby combinirte sechs gleiche Stäbe in verschiedenen Gruppirungen, sie entweder parallel oder in die Verlängerungslinie legend, wie bereits schon früher Scoresby der jüngere gethan hatte. Es fand sich, daſs eine Berührung ungleichnamiger Pole in der Mitte des Systems einige Verstärkung zeigte und daſs, wie bekannt, das Zusammenhalten gleichnamiger Pole schwächend war. Waren die Stäbe in paralleler Lage einander auf ¼ Zoll genähert, so hatten sie 6 bis 8 Proc. weniger Wirkung, als wenn sie einen Fuſs weit von einander abstanden. Wirkliche Berührung hatte eine dauernde Schwächung zur Folge, die ebenfalls auf einige Procente anzuschlagen war, jedoch bei harten Magnetstäben weniger als bei weichen betrug. In Beziehung auf die Zahl der Stäbe im Verhältnisse zur Wirkung fand Scoresby, daſs für praktische Fälle die Ablenkung der Zahl der Stäbe proportional sey, obgleich der vereinte Magnetismus nicht der Summe der einzelnen Kräfte gleich kommt.

Welche *Gattung von Stahl* für Magnete den Vorzug verdiene, darüber fehlt es, wie in so manchem Theile dieses Capitels, an hinreichenden Bestimmungsgründen. Reinheit und Gleichförmigkeit mögen immerhin Haupterfordernisse seyn und in dieser Hinsicht sind die feinern Stahlsorten, z. B. die englischen, sehr zu empfehlen. Coulomb schreibt allen Stahlsorten, die nicht entschieden schlecht sind, eine gleiche Empfänglichkeit für den Magnetismus zu; Kater zieht den schwedischen Stahl selbst dem englischen vor. Auf jeden Fall ist die Behandlung des Stahls in Beziehung auf Hämmern,

den verschiedenen Grad der Glühhitze, die Dauer derselben und die Härtung ungleich grössern Einfluss, als die geringen Verschiedenheiten des Stoffes selbst. Ein Stahlstück, das anfänglich unbrauchbar schien, kann nach Michell's Zeugniss durch wiederholtes Glühen und Härten sehr gut werden; dagegen wird auch umgekehrt durch allzugrosse und anhaltende Hitze die Natur des Stahls, sein Gehalt an Kohlenstoff, seine Textur in solchem Grade verändert, dass er zur Aufnahme des Magnetismus untauglich wird.

Ganz neulich hat auch Baumgartner[1] durch evidente Versuche bewiesen, dass gleichförmiges Ausschmieden und Härten auch geringere Stahlsorten brauchbar machen könne, dass aber besondere Eisenadern, so wie überhaupt jede Unterbrechung der Gleichförmigkeit der innern Textur, der Fortpflanzung des Magnetismus im Stahle und seiner Empfänglichkeit auf eben die Weise entgegenstehn, wie dieses in andern Körpern beim Schalle, beim Lichte und selbst bei der Elektricität der Fall ist. Ob aber diese Analogie uns schon berechtige, die Fortpflanzung des magnetischen Fluidums in eine ähnliche oscillatorische Bewegung zu setzen, ist eine metaphysische Frage, mit der es jedenfalls bei diesem Gegenstande noch zu früh scheint.

Die meisten, besonders die ältern Physiker rathen an, die Magnetstäbe ganz *hart* zu machen, wohl wissend, dass sie zwar in diesem Zustande den Magnetismus langsamer annehmen, ihn aber auch desto länger behalten; sie lassen jedoch die Hitze nicht zur Weissglühhitze steigen, sondern löschen den Stahl, wann er hell kirschroth glüht, in kaltem Wasser ab. Da bei dieser Operation die Stäbe sich leicht werfen, so muss man sie entweder durch Abschleifen gerader machen, zu welchem Ende man ihnen eine überflüssige Dicke giebt, oder man lässt sie nach Biot's Anrathen *blassgelb* (*à la première nuance de jaune*) anlaufen, um sie dann durch Hämmern gerade zu richten, eine Operation, deren Erfolg bei diesem Härtegrade nur langsam und schwerlich genügend erreicht wird. Einige halten es für besser, den Stahl in Oel abzulöschen; dadurch wird allerdings das Zerreissen und Bersten desselben vermieden, allein die Härtung nähert sich mehr der

1 Baumg. Ztschr. f. Ph. u. verw. Wissensch. III. 66.

Federhärte, welche in der Farbenreihe des Anlassens mit der purpurrothen Farbe oder einer der weichern Stufen übereinstimmt. Dafs diese Erweichung für einen bleibenden Magnetismus untauglich sey, darüber ist man allgemein einverstanden. Doch glauben einige, ohne Nachtheil die Mitte des Magnetes ganz anlassen zu dürfen, nur den Enden ihre Härte zu lassen; andere sogar begnügen sich, nur diese Enden zu härten, ein Verfahren, das einer gleichförmigen und vollständigen Vertheilung des magnetischen Fluidums im Stabe entgegen zu seyn scheint. Vergleichende Versuche über die Vorzüge der einen oder andern dieser Verfahrungsarten wären allerdings sehr wünschenswerth. —

In der neuesten Zeit hat Quetelet die Lehre vom Magnetisiren der Stahlstäbe mit einigen Erfahrungen bereichert, die, wenn sie auch an sich nicht sehr ausgedehnt sind, doch wenigstens durch ihre sichere Begründung einen werthvollen Zuwachs unserer Kenntnisse in diesem Gebiete ausmachen. Sein Bestreben ging vornehmlich dahin, den stufenweisen Gang auszumitteln, welchen die Magnetisirung bei fortgesetzten Streichungen in geriebenen Stäben nimmt, so dafs man im Stande wäre, nach jeder gegebenen Anzahl von Streichungen den Zustand des magnetisirten Stabes anzugeben. Zum Magnetisiren bediente sich Quetelet des Doppelstrichs mit getrennten Magneten (*contact séparé*), wobei die zwei Magnete in der Mitte der Nadel aufgesetzt und unter einer Neigung von etwa 10° nach ihren Enden hingeführt wurden. Die erhaltene Kraft wurde nach jedem Streichen durch die Zeit gemessen, in welcher 100 Oscillationen, die immer von der nämlichen Schwingungsweite ausgingen, vollendet wurden. Man brachte zu dem Ende die Nadel in eine papierne Hülse oder Kappe, welche an einem einfachen Seidenfaden von 1 Decimeter (3,7 Zoll) Länge aufgehängt war.

Um die hier sich darbietenden Erscheinungen einer gewissen Anordnung zu unterwerfen, nahm Quetelet die Formel $i = I(1 - \mu^{x^\alpha})$ zu Hülfe, in welcher I das Maximum der magnetischen Kraft ausdrückt, welche die Nadel erhalten kann, i hingegen den nach einer durch x bezeichneten Anzahl von Streichungen bewirkten Theil dieser Kraft vorstellt; μ und α sind zwei Constante, die von der Form, Gröfse, Gewicht und Coercitivkraft der Nadel, so wie auch von der Stärke der

gebrauchten Magnete abhängen, μ ist offenbar ein Bruch und die Curve dieser Gleichung hat eine Asymptote, welcher sie desto näher kommt, je gröſser x wird. Sie durchschneidet hingegen die Linie der Abscissen, wenn $x = 0$ ist oder auch wenn durch die ersten Streichungen ein bereits vorhandener Magnetismus der Nadel zerstört und in den entgegengesetzten verwandelt wird. Hat die Nadel bereits eine magnetische Kraft, welche einer Anzahl von c Streichungen entspricht, so wird $i = I(1-\mu^{(x+c)^a})$, wenn die neue Magnetisirung von der nämlichen Polarität ist, im erstern Falle hingegen hätte man $i = I(1-\mu^{(x-c)^a})$.

Der erste Versuch wurde mit einer cylindrischen Nadel angestellt, deren Enden konisch zugespitzt waren, so daſs die Höhe des Conus dem Halbmesser seiner Basis gleich war. Ihre ganze Länge betrug 64,5 Millim. (2,4 Z.) und ihr Gewicht 5445 Milligrammes (100 Gran). Sie wurde mit zwei gleichen Stäben magnetisirt von 153 Millim. (5,6 Z.) Länge, wovon der eine 86175, der andere 85300 Milligrammes wog. Der erstere machte 10 Schwingungen in 90 Sec., der letztere in 86,56. Ihr statisches Moment ist also nach der bekannten Formel

$$m = \frac{\pi^2 P l^2}{3 g T^2}$$

= 2234,2 Milligr. für den erstern und 2088,2 für den letztern, und diese Zahlen drücken die Kraft aus, mit welcher diese Gewichte an einem Hebel von 1 Millim. Länge gewirkt hätten; die Magnete gehörten zu einem Inclinatorium von Troughton und Simms. Folgende Tafel enthält die Dauer von 10 Schwingungen, welche die Nadel nach den successiven Bestreichungen vollendete, nebst ihren relativen Intensitäten.

x	t	i	x	t	i	x	t	i
1	61″,25	2,665	5	42,75	5,472	12	36,00	7,720
2	52, 42	3,639	6	41,72	5,745	16	34,00	8,656
3	47, 51	4,430	8	39,21	6,504	20	33,53	8,895
4	44, 34	5,086	10	36,68	7,433	30	32,15	9,675

Da die Nadel nach 30 Reibungen eine Intensität von 9,675 zeigte, so dürfen wir annähernd $I = 10$ setzen. Die Nadel besaſs vor dem Bestreichen gar keine magnetische Kraft

wenigstens nur eine solche, die durch 0,044 sich ausdrücken läfst. Wir können also auch c=0 annehmen und μ aus der Zahl 2,665 herleiten, indem wir x = 1 setzen. Man hat so

$$2{,}665 = 10\ (1 - \mu),\ \text{also}\ \mu = 0{,}7335.$$

Der Werth von α läfst sich sodann aus einer der übrigen Beobachtungen herleiten, und wenn wir aus der Formel $= 10\ (1 - 0{,}7523^{x\ 0{,}6637})$ die Intensitäten berechnen, so sind die daraus abgeleiteten Schwingungszeiten von den beobachteten noch um keine Secunde verschieden.

Durch mehrere Versuche mit Nadeln von gleicher Gestalt und Gröfse findet sich Quetelet zu dem Schlusse bewogen, dafs α = ⅔ und I einem Werthe gleich zu setzen sey, der nur wenig mehr als i nach der 30sten Reibung beträgt. Zuweilen genügt schon die 20ste Reibung, μ nähert sich dem Werthe von 0,8 und α wird zuweilen ⅘. Jedesmal zeigt sich die erste Bestreichung in ausgezeichnetem Maafse wirksam.

Quetelet versuchte weiter den Einflufs zu bestimmen, den eine abwechselnde Umkehrung der Pole auf die Magnetisirung der Nadel haben möchte. Er wählte hierzu ein Stück englischen Stahls von 15 Centim. (5,54 Z.) Länge, 15 Millim. (0,5 Z.) Breite und 7 Millim. (¼ Z.) Dicke. Er bestrich den Stab auf jeder der zwei breiten Flächen und fand, dafs er nach der 24sten Bestreichung an Kraft wenig mehr zunahm, indem er 10 Schwingungen in 145,18 Sec. vollendete. Als er jedoch demselben noch auf den schmalen Flächen ebenfalls 24 Striche gab, bedurfte derselbe nur 127,5 Sec. zu 10 Schwingungen und die Kraft hatte im Verhältnisse von 4,74 zu 6,14, d. h. um ¼ zugenommen. Diese Erfahrung war Beweggrund genug, um bei allen folgenden Magnetisirungen die Stäbe auf allen vier Flächen zu bestreichen. Quetelet liefs sich die Mühe nicht verdriefsen, mit dieser Nadel 17 Reihen von 24 vollständigen Bestreichungen vorzunehmen und nach jeder einzelnen Bestreichung die Zeit von 100 Schwingungen zu untersuchen. Bei jeder neuen Reihe wurden gleich durch den ersten Strich die Pole umgewandt, so dafs die neun ungeraden Reihen (1, 3, 5 u. s. w.) die eine, die acht geraden (2, 4, 6 u. s. w.) die entgegengesetzte Polarität hatten. Die Resultate

dieser mehrtägigen Arbeit sind in folgenden Sätzen aus-drückt.

1) Eine einzige vollständige Bestreichung war hinreiche nicht nur jedesmal eine Umkehrung der Pole zu bewir. sondern auch einen bestimmten Magnetismus entgegengeset: Art hervorzurufen.

2) Die Magnetisirungen in der ungeraden Reihe, d diejenigen, welche die Nadeln auf ihren ursprünglichen M gnetismus zurückführten, waren wirksamer, als die für entgegengesetzten Magnetismus. Diese durch die grofse Z und Uebereinstimmung der Versuche entschiedene Erfah. Quetelet's berichtigt die Behauptung von Duhamel : Fuss, welche das Gegentheil gefunden haben wollten; findet auch ihre volle Bestätigung in einer Bemerkung R chie's über die Umkehrung der Pole an Elektromagneten an Magneten überhaupt[1]. Der Widerstand, welchen ein gnet der Umkehrung seiner Pole entgegensetzt, ist desto . fser, je *länger* er im Zustande des vorigen Magnetismus legen hatte, und er ist immer leichter auf die ursprün Polarität zurückzubringen, als auf die entgegengesetzte. : scheint allerdings eine gewisse Anordnung der Molecülen im Spiele zu seyn, obgleich es schwer halten dürfte, da genaue Rechenschaft zu geben, wenn man nicht zu den : men, Röhren und Ventilen der Physiker des vorigen Jahr. derts zurückkehren wollte.

3) Je öfter die Pole umgewendet wurden, desto gen. war die definitive Kraft der Nadel, wenigstens bis zur zw ten Bestreichung. Später traten kleine Anomalieen ein, d. Streichen selbst ihren Grund haben konnten.

4) Die einer gewissen Anzahl von Reibungen ent: chenden Intensitäten waren anfangs sehr ungleich in der raden und der ungeraden Reihe, näherten sich aber einer wissen Grenze, wo die Unterschiede sehr gering waren : vermuthlich ganz verschwunden wären, wenn das Flu. sich symmetrisch in den beiden Hälften des Stabes ver: hätte.

5) Die Umkehrung des Magnetismus auf die ursprün. che Polarität ging zwar immer leichter von statten, als

---

1 The Lond. and Edinb. philos. Mag. Vol. III. No. 14. p. 1:

Übersetzung in die gerade Reihe, wurde aber nach einer gewissen Menge von Bestreichungen merklich schwieriger.

Quetelet bestätigt diese Sätze noch durch eine groſse Menge ähnlicher Beobachtungen und untersucht noch das Verhältniſs der magnetischen Kräfte in den magnetisirenden zu den magnetisirten Stäben. Den obigen Angaben zufolge hatte er das Moment der Kraft seiner Magnetstäbe von 153 Millim. Länge und 86 Grammen Gewicht auf 2234 und 2088 Milligr. bestimmt. Der magnetisirte Stab hielt 152,7 Millim. Länge und 93 Gr. Gewicht; er machte 10 Schwingungen in 127,5 Sec., mithin kommt sein statisches Moment auf 1179 Gr. zu stehen. Es ist also nur etwa halb so groſs als das eines Magnetstabes von gleicher Länge. Zu bemerken ist, daſs er von sehr hartem Stahl war. Ein kleinerer Stab von 76 Millim. Länge und 11,85 Gr. Gewicht machte nach der ersten Reihe von Strichen 10 Schwingungen in 44″,5. Sein statisches Moment ist also 291,3 Gr., also achtmal geringer, als das der Magnetstäbe, und der vierte Theil des magnetisirten Stabes von doppelt so groſsen Dimensionen. Die magnetischen Kräfte dieser Stäbe verhalten sich also wie die Quadrate ihrer homologen Dimensionen, d. h. ihre *Oberflächen*.

Wendet man die oben gegebene Formel

$$i = I\ (1 - \mu^{x^a})$$

auf Stäbe von sehr verschiedenen Dimensionen an, so findet man, daſs mit wenigen Ausnahmen die Werthe der Constanten μ und a eine bestimmte Gröſse erreichen; μ wird in den meisten Fällen $= 0{,}36$ und $a = \frac{1}{2}$, so daſs sich die Beobachtungen durch die Gleichung $i = I\ (1 - 0{,}3^{\sqrt{x}})$ darstellen lassen. Einzig verändert sich der Parameter der Curve I je nach der Gröſse und der Coercitivkraft des magnetisirten Stabes; auch muſs vor dem Bestreichen sorgfältig in Acht genommen werden, ob wirklich der Stab noch keinen Magnetismus enthalte.

Durch Quetelet's mit groſser Beharrlichkeit durchgeführte Versuche ist also auſser Zweifel gesetzt;

1) daſs die Wirksamkeit der Bestreichung sich nach der Gröſse der geriebenen Oberfläche richtet;

2) dafs durch die Umkehrung der Pole nur eine gerin- magnetische Kraft erreicht wird;

3) dafs, wenn die Magnete gröfser sind, als die N. die erste *vollständige* Bestreichung derselben ziemlich nahe Hälfte des Magnetismus ertheilt, dessen sie fähig ist;

4) dafs nach zwölf vollständigen Bestreichungen die del vom Maximum ihrer Kraft nicht sehr entfernt ist.

Faraday's Entdeckung des Magneto-Elektrismus neuerdings das Bedürfnifs rege gemacht, grofse und kra. Magnete in Hufeisenform zu verfertigen. Bei dieser Gele- heit hat es sich auch ereignet, dafs manche ein Geheimnifs besitzen wähnten, durch ein eigenthümliches Verfahren des streichens die magnetische Kraft ausnehmend zu verstär- andere aber ein solches vermeintliches Arcanum für bedeute Kosten von herumziehenden Betrügern erkauften. Nach d was ich aus sehr sicherer Quelle hierüber in Erfahrung bracht habe, beruht das ganze Geheimnifs im Wesentli auf der bereits bekannten Regel, dafs man beim Streichen Anker anlegen müsse. Geschieht dieses, dann ist die Art Bestreichens von minderer Bedeutung und mehrere vers. dene Methoden führen leicht zu dem nämlichen erwüns Ziele; inzwischen ist die gewöhnliche Art folgende. Man den ungestrichenen Magnet mit seinem Anker auf einen T. setzt den Nordpol so, wie in der Zeichnung ausged ist, auf den zum Nordpole bestimmten Schenkel, führt langsam fort, indem stets beide Schenkel mit dem zu ma- tisirenden Hufeisen in Berührung bleiben, bis der mit S zeichnete Südpol zum punctirten S gekommen ist, und entfernt dann über den Anker hinaus. Nach solchem einmaligen Streic hat der Magnet schon eine beträchtliche Stärke angenom allein man begnügt sich damit nicht, sondern streicht, o abzuziehn, mehrmals auf die angegebene Weise rückw. und vorwärts, indem man zugleich auf den geraden Schenk wiederholt kurze Strecken rückwärts und vorwärts streic kann, jedesmal aber den vorausgehenden Pol bis ganz an d Ende führt, zieht endlich den Streichmagnet ab, kehrt d gestrichenen mit festsitzendem Anker um und streicht ihn a der andern Seite auf gleiche Weise. Am vortheilhaftesten es, mehrere gleiche Hufeisen zugleich zu streichen und sich d gestrichenen, so wie ihre Stärke zunimmt, zugleich als Strei

Fig. 165.

[illegible] zu bedienen. In diesem Falle legt man die zu streichenden Magnete mit ihren für entgegengesetzte Magnetismen [illegible]stimmten Schenkeln zusammen, setzt den Streichmagnet so, [illegible] eben angegeben ist, auf und fährt mit demselben mehr[illegible] ganz herum, wobei man über den geraden Schenkeln wie[illegible]holt hin- und herfährt, endlich aber zieht man ihn über [illegible] der Krümmungen hinaus mit beiden Schenkeln wieder ab. [illegible] wird der eine von ihnen am gebogenen Ende aufge[illegible] und über den andern gelegt, ohne dafs ihre Schenkel [illegible] Berührung kommen, um sie nicht durch Abreifsen zu [illegible]wächen, jeder wird mit einem Anker versehn und dann [illegible] werden sie getrennt. Aus eigenen Versuchen habe ich [illegible] überzeugt, dafs durch dieses Verfahren den Magneten in [illegible] kurzer Zeit eine bedeutende Stärke ertheilt wird; auch [illegible] auffallend, dafs bereits gestrichene starke Magnete mei[illegible] durch einen einzigen Gegenstrich, indem man die um[illegible]kehrten Pole des Streichmagnets aufsetzt, ihren Magnetismus [illegible]lieren, bei wiederholtem Streichen aber den entgegenge[illegible]ten annehmen. Auch bei diesem Verfahren hängt jedoch [illegible] relative Stärke der erzeugten Magnete von ihrer Gestalt, [illegible]öfse und hauptsächlich der Art des Stahls ab, weswegen [illegible] beim Vorzeigen ungewöhnlich starker Magnete sich nicht [illegible] überreden lassen, ihre Stärke sey eine blofse Folge der [illegible]wiesenen Methode des Streichens, da solche Individuen viel[illegible] ihre Kraft der Güte des Stahls und der geeigneten Här[illegible] verdanken, worüber wir jedoch, wie oben bereits be[illegible]rkt wurde, noch keine vollständige Belehrung erhalten [illegible][1].

Fig. 166.

Diese Resultate stimmen in der Hauptsache mit denen über[illegible], welche neuerdings Joh. Hoffer aus einer langen Reihe von [illegible]suchen erhalten und bekannt gemacht hat[2]. Hiernach legt man [illegible] zu fertigenden Magnet mit vorliegendem Anker auf einen Tisch, [illegible] auf die vorher bezeichneten Pole desselben die gleichnamigen

Fig. 167.

1 Gestrichene Magnete haben eine bedeutende Tragkraft, wenn [illegible] beim Streichen angelegte Anker mit ihren Schenkeln in Berührung [illegible], verlieren aber von ihrer Stärke beim Abreifsen desselben. Beim [illegible]kauf von Magneten mufs man hierauf Rücksicht nehmen, um nicht [illegible] die Tragkraft getäuscht zu werden.

2 Baumgartner Zeitschrift für Physik u. verw. Wissensch. Bd. II. [illegible]97. 360. Bd. III. S. 198.

Pole des vertical gehaltenen Streichmagnets so auf, dafs ihre äu-
Seiten mit dem Anker fast zur Berührung kommen, und
ihn im langsamen, gleichmäfsigen Zuge, wobei er stets
der ursprünglichen parallele Richtung behalten mufs, bis
den gebogenen Theil hinaus, führt ihn in einem hin-
chen Abstande von dem zu streichenden Magnete herum
streicht auf die angegebene Weise vier - bis sechsmal,
durch der gestrichene Magnet diejenige Tragkraft erhält,
er durch den angewandten Streichmagnet erhalten kann.
scheint mir kaum nöthig, hier hinzuzusetzen, dafs es g-
nur vortheilhaft, auf keine Weise nachtheilig seyn w
wenn man nach der oben angegebenen Methode den zu s-
chenden Magnet nach etwa vier Strichen umkehren und
der andern Seite gleichfalls streichen wollte. Hierbei k-
es auffallend scheinen, dafs im gestrichenen Magnete die gl-
namigen Pole des streichenden entstehn; allein diese T-
che ist so gewifs, dafs sogar der Anker im Augenblicke
Aufsetzens mit gleicher Kraft, als welche der Streichm-
ausübt, festgehalten wird. Die Vertheilung der Magne-
geschieht demnach in der Art, dafs beide in Berührung
brachte Magnete gleichsam einen einzigen ausmachen.

Fig. 168. Eine zweite Methode des Streichens ist die umge-
der eben beschriebenen; man setzt nach vorgelegtem A-
die ungleichnamigen Schenkel des Streichmagnets dicht u-
halb der obern Krümmung auf, führt sie auf eine der e-
beschriebenen gleiche Weise bis zu den Enden fort, über d-
hinaus, und wiederholt dieses Verfahren auf eben die
wie bei der ersten Methode. Hierbei ist das Anlegen des
kers nicht im gleichen Grade nothwendig, auch kann
Streichmagnet, wenn er nahe bis ans Ende der Schenkel
geführt ist, seitwärts abgezogen werden. Die Wirkung jeder
genannten Methoden wird wieder aufgehoben, sobald man
Streichmagnet rückwärts führt, und es folgt also hieraus,
man einem bereits magnetischen Hufeisen seine Kraft durch
entgegengesetztes Streichen nehmen könne, wobei es je-
auf die Stärke des Magnetismus im streichenden und ge-
chenen Magnete ankommt, ob die vorhandene magneti-
Kraft blofs geschwächt, oder gänzlich aufgehoben, oder s-
umgekehrt werden soll. Merkwürdig ist dabei, dafs man
nem stärkern Magnete seine Kraft durch einen schwäch-

mittelst des Gegenstriches zwar bis auf ein verschwindendes Residuum nehmen, aber ihm nicht die entgegengesetzte Polarität geben kann, obgleich sein ursprünglicher Magnetismus bis zur Stärke des Streichmagnets augenblicklich und durch einen einzigen Strich wieder hervorgerufen wird; vermittelst eines stärkern Streichmagnets wird aber die Umkehrung der Pole allezeit unfehlbar bewirkt.

Die Stärke und Dauer des erzeugten Magnetismus hängt auch nach HOFFER sehr von der Beschaffenheit der angewandten Hufeisen ab[1]. Vor allen Dingen ist der feine und gleichartige Stahl der beste, indem beigemengte Eisentheile die bleibende Magnetisirung sehr hindern oder wohl gar unmöglich machen. Nicht mit gleicher Bestimmtheit läſst sich der Härtegrad angeben, weil dieser zugleich von der Beschaffenheit des Stahls abhängt und der ursprünglichen Härte des letztern umgekehrt proportional seyn muſs; doch läſst sich annehmen, daſs ein Anlassen zur strohgelben Farbe nach dem Härten den besten Erfolg verspricht. Bei gröſserer Härte wird der Magnetismus schwerer angenommen, aber ungleich bleibender festgehalten. Die Form ist gleichfalls von groſser Wichtigkeit. Die des Hufeisens ist zwar an sich sehr vorzüglich, allein es ist dann auch nöthig, daſs die Schenkel gleich und einander parallel sind, auch müssen sie die nämliche Entfernung von einander haben, als die des Streichmagnets, um von diesen genau berührt zu werden. Auſserdem zeigt sich auch hierbei das Gesetz, daſs der Magnetismus sich vorzüglich auf der Oberfläche ausbreitet, weswegen eine verhältniſsmäſsig gröſsere Breite gegen die Dicke sehr vortheilhaft ist. Die ungewöhnlich starken, durch HOFFER verfertigten Magnete (sogenannten Taschenmagnete) hatten 7 bis 7,5 Z. Länge von der höchsten Spitze des Bogens bis zur Ankerfläche, 0,14 bis 0,18 Z. Dicke und ungefähr die fünffache Breite bei einem dieser letztern höchstens gleichkommenden Abstande der Schenkel von einander. Das Gewicht eines solchen beträgt im Mittel 20 Loth und sie erhalten durch etwa 4 Striche eine Tragkraft von 8 bis 11 Wiener-Pfunden[2]. Andere von 6,5 Z.

[1] Aus verschiedenen Versuchen scheint zu folgen, daſs der steierische Stahl wo nicht der beste, doch sehr geeignet für hufeisenförmige Magnete ist.

[2] Die Tragkraft im Verhältniſs zum eignen Gewichte nimmt zwar

Länge, 0,85 Z. Breite, 0,15 Z. Dicke, 0,62 Z. Weite der Schenkel und einem Gewichte von 18 Loth tragen über 11 ℔. ... ſsere von 10 Z. Länge, 1,4 Z. Breite, 0,25 Z. Dicke, ... Weite der Schenkel und einem Gewichte von 2 ℔ 6 L... gen 13 bis 15 ℔.

Hoffer hat die eben beschriebenen Methoden des Streichens auch auf gerade Stäbe angewandt, und es wäre allerdings wünschenswerth, wenn man diese von gröſserer Stärke erhalten könnte, als diejenigen sind, die man gewöhnlich in physikalischen Cabinetten findet und die selten mehr als ihr eigenes Gewicht tragen, wenn dieses ein oder mehrere Pfund beträgt. Solche stark magnetische Parallelepipeda sind aber zu verschiedenen Versuchen sehr geeignet, und es fragt sich, ob man diese nicht vortheilhaft aus mehrern über einander liegenden flachern Stäben zusammensetzen könnte, worüber jedoch noch keine Erfahrungen bekannt sind. Hoffer machte seine Versuche mit Stangen von 8 bis 18 Zoll Länge, 0,... 1,2 Zoll Breite und 0,2 bis 0,15 Zoll Dicke, bei denen ... Pol aber bedeutend mehr als sein eigenes Gewicht trug. Bekanntlich vereinigt man solche etwa 3 bis 4 Z. lange, 1 ... 1,5 Z. breite und gegen 2 Lin. dicke Stangen mit ihren gleichartigen Polen zu einem Bündel, legt an die Polarenden ... dickes Blech mit einem Fuſse und erhält auf diese ... starke Magnete, die im Aeuſsern den armirten gleichen. ... vorher beschriebene Methode des Streichens hat ohne Zweifel ihre Vorzüge dadurch, daſs beide Schenkel sowohl des gestrichenen, als auch des streichenden Magnets in Thätigkeit kommen, und dieses läſst sich auch bei den geraden Stäben in Anwendung bringen. Man legt zu diesem Ende zwei Stäbe
Fig. 169. neben einander, versieht sie an beiden Enden mit Anker, setzt an den Enden zwei gleiche und wo möglich gleich starke Magnete mit beiden Polen auf und führt sie gleichmäſsig in die Mitte, wo sie dann seitwärts nach entgegengesetzten

---

mit der Gröſse ab, auch giebt es hierüber wenige genaue Bestimmungen; allein nach Muncke's Beobachtungen ging die Tragkraft gröſserer Magnete nicht über das Siebenfache des eigenen Gewichts aus und eine ebendaselbst angegebene zwanzigfache Tragkraft gehört gewiſs unter die seltenen Ausnahmen. S. Handbuch d. Naturl. Th. I. S. 844. Einen Magnet von 8 Pfd., welcher 60 Pfd. trüge, ... es gewiſs nicht.

ltungen abgezogen werden, nachdem sie einander bis zur rührung genähert waren. Wiederholt man dieses Verfahren s etwa viermal, so haben beide Stäbe einen bedeutend starn Magnetismus, meistens bis zur Sättigung, angenommen. lite man viele solche Stäbe zu streichen, so könnte man mere der bereits magnetisirten vermittelst eines zwischenegnden Klötzchens vereinigen, zwei Enden durch einen Anr verbinden und mit den beiden andern, wie mit den Schenln eines Hufeisenmagnets, streichen. Es versteht sich ohne leiteres, dafs man auch die zweite Methode des Streichens Anwendung bringen könne, wobei dann nach Anlegung der ker die beiden Streichmagnete in der Mitte aufgesetzt und hseitig über die Enden hinausgeführt werden müssen, um n diesen die entgegengesetzten Magnetismen zu erzeugen. bei ist das Anlegen der Anker nicht nothwendig, aber theilhaft und die Wirkung der bei der andern Methode ich. Noch leichter ist das Verfahren, wenn man nach Angung der Anker die gleichnamigen Pole des Streichmagnets f die Enden der beiden Stäbe dicht neben den Anker aufzt, nach den andern Enden hinführt und über den Anker ieder abzieht, um dann die folgenden Striche auf gleiche eise wieder anzufangen. Hoffer magnetisirt durch dieses, ndern sehr bequeme Verfahren die Stangen durch einen ingen Strich so stark, dafs man an den freundschaftlichen der einen vertical gehaltenen Stange die andere freischwend hängen konnte, wobei letztere am andern Ende noch ein trendes Gewicht trug. Dafs auch hierbei durch entgegesetzte Richtung des Streichens der Magnetismus wieder hoben werde, versteht sich von selbst.

Das Anlegen der Anker ist auf jeden Fall von grofsem tzen. Hat man diese aber nicht und sind nur zwei Stann zu magnetisiren, so legt man diese mit den vorher bechneten freundschaftlichen Polen an einander, setzt den Fig. 170. ichnamigen am einen Ende auf, streicht bis an das andere, t in der nämlichen Richtung fortfahrend ab, kehrt den net um, setzt den andern Pol auf dem letztern Ende auf streicht in entgegengesetzter Richtung, wodurch alle vier e gleiche Stärke erhalten. Man kann auf diese Weise auch e beliebige Menge Stangen an einander legen, die Wirng wird aber stärker seyn, wenn man mehrere Stangen in

zwei Reihen parallel neben einander legt, je zwei Enden mit einem Anker verbindet und mit beiden Enden des Streichmagnets streicht. Dieses Verfahren würde dann vortheilhaft seyn, wenn man mehrere gleiche, auf die angegebene Weise zu einem Magnete zu vereinigende Stäbe magnetisiren wollte. Uebrigens sind die beiden zuletzt beschriebenen Methoden des Streichens schon früher bekannt gewesen und namentlich ist die erstere, neuerdings als ein Geheimnifs behandelte, bereits durch Coulomb in Anwendung gebracht worden. Hoffer hat indess das Verdienst, die Anwendung des Doppelstrichs und die Vortheile desselben abermals gründlich untersucht zu haben; auch geht nebenbei aus seinen Beobachtungen hervor, wie leicht die magnetische Kraft im Stahle durch nicht eben bedeutende Veränderungen der Temperatur und durch Reibung der Oberfläche geschwächt wird. Zugleich enthalten dieselben eine Bestätigung dessen, was Barlow und Kater durch ihre Versuche gefunden zu haben behaupten, nämlich dafs die magnetische Materie für ihre Lagerung im Stahle eine gewisse Metalldicke bedürfe, die man für beide Seiten wohl zu 1 bis 2 Lin. anschlagen kann, denn Hoffer's stärkste Magnete hatten meistens eine Dicke von ungefähr 2 bis 2,5 Linien. Es folgt hieraus die Regel, dafs man die Declinations- und Compafsnadeln nicht zu dünn machen dürfe.

Es lassen sich hier noch einige Bemerkungen anknüpfen, die in Beziehung auf die Magnetisirung des Stahls Berücksichtigung verdienen. Nobili[1] glaubt, die Fähigkeit des Stahls den Magnetismus aufzunehmen, werde durch die Härtung bedingt, die aber in das Innere des Metalls nicht eindringe, weswegen die Oberfläche magnetisch werde. Auch die Kälte soll nach den zahlreichen Beobachtungen von Kupffer im Jahre 1831 die Kraft der Magnete vermindern und eine bleibende Schwächung erzeugen. Um daher Nadeln von bleibender Intensität zu erhalten, räth er, dieselben mehrmals abwechselnd in siedendes Wasser und in eine Kälte von — 20° bis — 25° C. zu bringen. Nach Pouillet[2] ist das Verhältnifs der Wärme bei den verschiedenen Metallen verschieden. Eisen verliert den Magnetismus bei der Kirschroth-Glühhitze, Kobalt

---

1 Bibl. univ. 1834. Mai. p. 82.

2 Élémens de Phys. T. II. Part. 1. p. 89. éd. 2me.

über die hellste, zum Weifsen übergehende Rothglühhitze, kel bis zu 350° C., dem Schmelzpuncte des Zinks, Mangan nur magnetisch bei — 20° bis — 25° C. Die Magnetisirung rch den Blitz ist oft merkwürdig wegen der erzeugten Stärke, ch auffallender aber wegen der eigenthümlichen polaren Verdung. Unter andern wurde der offene Wagen, worin Bonnstron mit seiner Frau safs, vom Blitze getroffen und die 5 Z. lange und 1¼ Z. breite Feder in der Schnürbrust der ttern so magnetisirt, dafs beide Enden südpolarisch, die e indifferent, zu beiden Seiten hiervon noch ein Süd- ein Nordpol vorhanden waren, letzterer von seinem freundhlichen Pole durch einen Indifferenzpunct getrennt. Die wechselten also in nachstehender Ordnung: S, I, N, I, S. Alle übrige Theile von Stahl, welche beide an sich en, wurden im hohen Grade magnetisch[1].

Hier dürfte auch der Ort seyn, über die sogenannten *An*r, womit man den an den Enden der magnetisirten Stahlhervorgerufenen Magnetismus auf gewisse Weise zu binpflegt, um ihn dadurch in gröfserer Stärke bleibend zu lten, das Nöthigste beizubringen. Die Anker bestehn am aus weichem Eisen; denn sie sollen keinen eigenen etismus haben, sondern der im Stahle vorhandene soll in bei der Berührung sofort den entgegengesetzten in glei Stärke hervorrufen, und hierzu eignet sich blofs das he Eisen. Hiernach darf der abgenommene Anker nicht magnetisch seyn, weil sonst bei der Verbindung gleichger Pole eine partielle Schwächung erfolgen würde. Es doch schwer, ganz reines und daher unmagnetisches Ein erhalten, wozu sich am besten dasjenige eignet, was Zusammenschweifsen alter Nägel gewonnen wird. Ist h etwas eingemengten Stahl ein geringer Grad von eige Magnetismus im Anker vorhanden, so ist dieser ohne lichen Einflufs, indem er dem ungleich stärkern der Stahlte augenblicklich weicht; bei einem höhern Grade aber man wohl, auch auf den Enden der Anker die Pole zu chnen, um beim Anlegen derselben stets die freundschaft zu vereinigen. Die Länge der Anker wird am zweckgsten so gewählt, dafs bei Hufeisenmagneten ihre End-

1 London and Edinb. Phil. Mag. T. I. p. 191.

flächen mit den äufsern Flächen der Schenkel zusammenf..., obgleich es keinen wesentlichen Nachtheil erzeugt, wenn erstern etwas über die letztern hinausragen, die Dicke de... ben kommt am besten der des zugehörigen Magnets g... und ihre Breite wird zu derjenigen der Schenkel in ein ...messenes Verhältnifs gebracht, indem sie ungefähr die H... oder zwei Drittheile davon beträgt; auch haben sie meisten... der Mitte ihrer Länge einen angemessenen Vorsprung mit e... Loche, um einen Haken zur Aufnahme der zu tragenden ...sten darin anzubringen. Die Fläche der Anker, welche an die der Magnete anlegt, mufs auf jeden Fall so besch... seyn, dafs beide sich vollständig und in der ganzen Brei... Schenkel berühren, weil ein geringer Abstand die magne... Wirksamkeit schon sehr merklich schwächt. Die Flächen der Schenkel des Magnets müssen daher in einer geraden L... liegen, um mit der des Ankers genau zusammenzufallen. ... Theorie nach, namentlich insofern der Magnetismus a... Oberfläche des Stahls bis zu einiger Tiefe des Metalls s... Sitz hat, sollte man es für vortheilhaft halten, wenn di... chen der Schenkel und des Ankers beide ganz eben wäre... auf diese Weise einander völlig zu decken, die Erfahru... jedoch gezeigt, dafs man eine stärkere Kraft erhält, we... ebener Fläche der Schenkel die berührende Fläche des A... die Cylinderform hat oder selbst nur eine stumpf zulau... Kante bildet, beides dem Wesen nach gleich, mit dem ...terschiede, dafs im erstern Falle der Halbmesser des berü... den Cylinders gröfser ist, als im letztern. Welches v... den am zweckmäfsigsten sey, ist schwer zu entscheiden. ... dürfte es gerathen seyn, den Halbmesser der berührende... ...kerfläche nicht kleiner als die halbe und nicht gröfser ... ganze Dicke des Magnets zu wählen. Ob es rathsam sey... jenigen Anker, welche man beim Streichen der Magnete ... ganz flach zu machen, darüber wage ich nicht zu entsch... weifs jedoch aus eigner Erfahrung, dafs die in Hufeisenf... ...sammengebogenen eisernen Cylinder, die man vermittels... umgewundenen Rheophors zu unglaublich starken Ma... macht, weit weniger ziehn, wenn man den runden End... ihrer Schenkel einen Anker anlegt, welcher diese völlig... als wenn man selbst bei einem 2 Zoll im Durchmesser ... den Cylinder einen Anker in Anwendung bringt, dessen...

kaum einen Zoll beträgt und dessen Berührungsfläche einen Cylinder von nicht völlig einem halben Zoll Halbmesser bildet. Die Anker, wodurch man je zwei neben einander gelegte Magnetstäbe oder Bündel vereinter Magnetstäbe an ihren freundschaftlichen Polen in Verbindung bringt, sind meistens rechtwinklig prismatische Stäbe von einer dem Abstande der Magnete angemessenen Länge. Indefs pflegt man auch vier Magnetstäbe von gleicher Länge aller oder je zweier durch Vereinigung von je zwei freundschaftlichen Polen in gegenseitige Verbindung zu setzen.

XVI. Magnetische Werkzeuge.

Diese sind: 1) Magnete, 2) Anwendung der polaren Direction des Magnetismus für Schifffahrt und Geodäsie, 3) Instrumente zur Untersuchung des Magnetismus der Erdkugel und seiner Richtungskraft in horizontaler und verticaler Ebene, ihrer gröfsern und kleinern localen und periodischen Aenderungen der Kraft der tellurisch-magnetischen Anziehung in verschiedenen Gegenden, 4) Werkzeuge zur Schätzung der anziehenden Kraft magnetischer Instrumente selbst, 5) Maschinen, durch magnetische Kraft bewegt, und endlich 6) magnetische Spielereien.

1) Von den *Magneten* selbst ist unter I. und XV. das bisher Bekannte mitgetheilt worden. Hier nur die Bemerkung, dafs für die Darstellung der magnetischen Anziehung in Hinsicht auf die Kraft derselben die Hufeisen bequemer sind und mehr leisten, als die magnetischen Stäbe, dafs aber zum Magnetisiren nach CANTON's (DUHAMEL's) oder AEPINUS Methode zusammengesetzte Magnetstäbe verlangt werden.

2) *Seecompasse, Azimuthalcompasse, Boussole zum Aufnehmen.* Hierüber verweisen wir auf den frühern Artikel *Compafs.* Zur Bestätigung desjenigen, was daselbst über das Alter des Seecompasses gesagt wurde, fügen wir hier die dort erwähnten Verse aus einem satyrischen Gedichte, *Bible Guyot*, des GUYOT DE PROVINS an, das im J. 1203 herauskam. Der Verfasser spricht zuerst vom Polarsterne, der Tramontana, durch welche die Seeleute ihre Richtung und ihren Weg zu halten im Stande seyen, dann von einer Nadel, die man mit einem dunkelfarbigen Steine bestreiche und, auf Strohhalme gelegt,

auf dem Wasser schwimmen lasse. „Sie dreht ihre Spitze „immer nach jenem Sterne, und wenn auch das Meer finster „und weder Stern noch Mond zu sehn ist, so fürchten die „Seefahrer dennoch nicht zu verirren;“ die Stelle lautet wört-lich so:

De nostre père l'apostoile
Volsisse qu'il semblast l'estoile
Qui ne se muet. Bien la voyent
Li Marinies, qui si avoient:
Par celle estoile vont et viennent
Et lor sen et lor voie tienent.
Il l'appellent la tresmontaigne,
Icelle estaiche est moult certaine.
Toutes les autres se removent
Et rechangent lor lieus et tornent;
Mais cele estoile ne se muet.
Un art font qui mentir ne puet
Par la vertu de la manière.
Une pierre laide et brunière,
Où li fers volontiers se joinct,
Ont, si gardent le droit poinct,
Puis d'une aiguille iont touchie
Et en un festu l'ont couchie
En l'eve le mettant sans plus
Et li festus la tient desus,
Puis se tourne la poincte toute
Contre l'estoile si sans doute
Que janus hom n'en doutera
Ne ja pour rien ne faussera.
Quant la mer est obscure et brune
Quant ne voit estoile ne lune
Dont font à l'aiguille allumer
Puis n'ont ils garde d'esgarer.
Contre l'estoile va la poincte.
— — — — — — —
Moult est l'estoile et belle et clère.
Fier devroit estre nostre père.

Dem Flavio Gioja, von Pasitano bei Amalfi im Kö-reich Neapel gebürtig, bleibt die Ehre, die Nadel auf e Spitze gesetzt und den Compafs nach den Weltgegenden acht Striche eingetheilt zu haben.

Die Construction der Seecompasse und der Azimuth-compasse ist immer noch ein Gegenstand, an welchem Erfindungskunst der Mechaniker, oft auch nur das Bestreb durch eine Aenderung sich auszuzeichnen, sich ohne Erfo

mündet. Dahin gehören unter andern solche Compasse, bei welchen man sehr übler Weise von der reibungsfreien Aufhängung der Compaſsbüchse zwischen zwei Ringen abgegangen ist und diese Gefäſse selbst, gleich der Windrose, auf einer Spitze schweben läſst, wie dieses M. Culloch und Preston gethan haben[1]. Der Boden des Gefäſses B B B B ist unterhalb in eine konische Spitze umgezogen, welche in der Höhlung des Gnomonstiftes A spielt. — Ganz nahe diesem Centrum tritt von oben her die Spitze der Nadel n s ein, so daſs die Windrose mit dem Boden und Glasdeckel des Gefäſses parallele Schwingungen macht. Die Nadel ist in der Mitte sehr breit und daselbst durchbrochen; ein aufgeschraubter messingner Bügel d d trägt ihre Drehspitze. Das Gefäſs ist bei f f mit einem bleiernen Ringe ausgefüllt, um die nöthige Unterlast zu gewinnen. Vom Fuſse des Gestells erheben sich zwei feste Bügel h g und h′ g′, die oberhalb eine Schlitze tragen, in welcher sich die vom Gefäſse ausgehenden Stifte g g′ beim Schwanken des Compasses auf und nieder bewegen können und so die horizontale Drehung des Gefäſses verhindern. Daſs hierbei bedeutende Seitenreibung eintreten muſs, fällt in die Augen. Fig. 171. Fig. 172.

Ein ähnlicher Vorwurf der Untauglichkeit trifft auch den unter dem Namen *Celestial Compaſs* im zweiten Bande dieses Wörterbuchs beschriebenen Compaſs von George Graydon[2]. Gerade die vielen Nebenzwecke, die er erfüllen soll, und namentlich die Idee, mit einem solchen Werkzeuge Sonnenhöhen angeben zu wollen, machen ihn für die Hauptsache, die richtige Orientirung, weniger brauchbar. Man kann auf dem Schiffe, wenn der Wind gleichförmig und der Wellengang nicht zu stark ist und der am Steuer befindliche Matrose sein Geschäft versteht, wohl eine Azimuthalrichtung eine kleine Zeit über festhalten, wie man aber auch bei mäſsigem Schwanken des Schiffs eine Höhenmessung auch nur auf einen Grad genau bewerkstelligen könne, ist schwer einzusehn. Weit mehr läſst sich die oben beschriebene Vorrichtung empfehlen, mit dem auf der Gnomonspitze verschiebbaren aus-

1 Man sehe Barlow's Artikel: Magnetism in der Encyclop. Metropolitana. p. 764.

2 Philosoph. Mag. LXV. p. 358.

Fig. gehöhlten Cylinder, welcher Theil zu gröfserer Deutlichk
178. durch die Zeichnung in natürlicher Gröfse dargestellt ist.

Für geübte Beobachter möchte es noch rathsamer sey sich der ebendaselbst beschriebenen Schmalkalder's od Kater's Boussole zu bedienen. Diese in dem gewöhnlic Formate der Azimuthalcompasse ausgeführt, auf ein Stativ g stellt und mit der gehörigen Aufhängung versehn würde oh Widerrede das zweckmäfsigste Instrument in dieser Art a machen. Der Umstand, dafs man bei dieser Boussole d entfernten Gegenstand und die Gradeintheilung zugleich Auge hat, macht sie besonders für die Beobachtungen zur S geeignet, wo man das Ziel gleichsam im Fluge erhaschen m Ein Instrument dieser Art ist Gilbert's *patent Azim compas*. Man denke sich die oben in Bd. II. Fig. 58. gegeb Construction einer Schmalkalder'schen Boussole zu einer G fse von 6 bis 8 Zollen ausgedehnt, in einem kupfernen C linder mit Stativ- und Ringaufhängung, und bringe für Sonnenbeobachtung vor der Schlitze im Prisma einige kl Dämpfgläser an, so hat man diesen allerdings vorzüglic Compafs, der jedoch von Seiten des Beobachters einige Fer keit im schnellen Ablesen der Grade auf der das Gesi feld durchfliegenden Eintheilung erfordert. Gilbert hat a aufserhalb des verticalen Visiers am Fufse desselben ei kleinen horizontalliegenden Planspiegel angebracht, der, in e nem Charnier beweglich, bei gröfsern Elevationen der So ihr Bild nach dem Prisma ins Auge des Beobachters w und die Einrichtung der Abstellung der Nadel auf die Sp so wie wir sie dort angegeben haben, die sich durch vi jährigen Gebrauch als sehr empfehlungswerth bewährt h würde dazu beitragen, diesem Instrumente vor allen Azi thalcompassen den Vorzug zu ertheilen.

Schon oben[1] haben wir die Störungen erwähnt, wel auf den Schiffen die verschiedentlich vertheilten bedeuten Eisenmassen auf den Compafs ausüben. Ihre Berücksichtig gehört nicht blofs der Nautik an, sondern ist auch für Physik in mehr als einer Beziehung wichtig. Nicht nur chen die zur See angestellten Beobachtungen über die mag tische Abweichung die Hauptmasse der Thatsachen für die

1 S. *Ablenkung der Magnetnadel.* Bd. I. S. 22.

wichtigen Gegenstand der Physik unseres Erdballs aus, sondern auf der richtigen Indication des Compasses ruhn auch ganz und gar unsere Angaben über Daseyn, Richtung und Geschwindigkeit der Meeresströmungen. Denn diese sind in der Regel nur durch die Vergleichung der astronomischen Ortsbestimmung auf dem Meere mit derjenigen gewonnen worden, welche durch die Schiffsrechnung, d. h. durch die Berechnung der täglichen Ortsveränderung aus der Geschwindigkeit des Schiffs und seiner durch den Compaſs angezeigten Richtung, erhalten wird. Demjenigen, was daselbst über das Geschichtliche dieses Gegenstands mitgetheilt wurde, ist hier noch beizufügen, daſs noch vor Flinders bereits im Jahre 1794 Downie, der Steuermann des engl. Kriegsschiffs *the Glory*, die Ursache dieser Anomalie der Compasse bestimmt bezeichnet hat, indem er sich in Walker's *Treatise on Magnetism* folgendermaſsen ausspricht: „Ich bin überzeugt, daſs die Masse und die Nähe des Eisens auf den meisten Schiffen die Nadel anzieht; denn die Erfahrung zeigt, daſs der Compaſs, auf verschiednen Plätzen im Schiffe gestellt, nicht immer die nämliche Richtung angiebt, und selten werden zwei Schiffe, welche nach einerlei Curs steuern, parallele Richtung halten, ungeachtet ihre Compasse, wenn sie auf dem nämlichen Schiffe verglichen werden, gar wohl übereinstimmen."

Nach Flinders brachte Bain in seiner trefflichen Schrift über die *Abweichung der Magnetnadel* die vergessene Sache wieder in Anregung und machte auf die bedenklichen Folgen dieser Fehlerquelle aufmerksam, worauf von Scoresby und später dann bei Polarexpeditionen durch die Seefahrer Ross und Buchan und ihre Begleiter Sabine und Fischer besonders vollständigere Untersuchungen angestellt wurden. Schon früher fanden sich auf dem Schiffe verschiedene Eisenmassen, die auf die Boussole einwirken konnten, die eiserne Spindel des Cabestans, der mitten auf dem obern Verdecke stehend zum Aufwinden der Anker und anderer auf das Schiff zu bringender schwerer Massen dient, der eiserne Hebelarm des Steuers, die eisernen Kanonen und Gewehrlasten, das zur Anspannung der Wandtaue erforderliche Eisenwerk und mancherlei geringere zerstreute Eisenstücke. Heutzutage sind noch die groſse Zahl viereckiger eiserner Wasserkisten (statt der das Wasser verunreinigenden hölzernen Fässer) und die eiser-

nen Ankerketten hinzugekommen, und die Spindel des Cabestans ist, weil sie in zwei Verdecken befestigt wird, bedeutend länger geworden. In welcher Richtung und mit welcher Stärke diese Massen alle auf die Boussole je nach ihrer Stellung auf dem Schiffe einwirken, darüber möchten sich wohl schwerlich allgemeine Bestimmungen angeben lassen, und es wäre ein ganz überflüssiges Beginnen, auf theoretischem Wege dieses ausmitteln zu wollen.

Glücklicher Weise wird die Einwirkung mehrerer von ihnen durch Lage, Beschaffenheit und Entfernung vom gewöhnlichen Standpuncte des Compasses so sehr geschwächt, daß ihre Berücksichtigung nicht so dringend ist. So sind die Kanonen meistens in ziemlicher Entfernung im Schiffsraume zerstreut und die auf dem Verdecke befindlichen kleinern Stücke sind häufig von Messing. Auch ist nach Barlow[1] die magnetische Leitungsfähigkeit des Gusseisens nur halb so groß als die des Schmiedeeisens. Ferner liegen ihre Läufe sämmtlich in horizontaler Lage, so daſs die Trennung der Polaritäten nicht recht fühlbar werden kann. Aehnliches gilt von den Wasserkisten; sie sind ebenfalls nur von Guſseisen und bilden im Schiffsraume eine meist horizontale Schicht von mäſsiger Höhe. Auch die geschmiedeten Ankerketten sind horizontal im Schiffsraume in ziemlicher Entfernung vom Hinterverdeck des Schiffs ausgebreitet. Die Störung dieser Eisenmassen auf die Boussole ist also überhaupt sehr gering anzuschlagen. Einzig die Spindel der Ankerwinde ist als geschmiedetes Eisen, und weil sie vertical steht, vorzugsweise fähig, einen sehr hervortretenden terrestrischen Magnetismus aufzunehmen, und sie wirkt desto bestimmter auf die Nadel, da ihr oberes Ende mit dieser fast in gleicher Höhe über dem Boden sich befindet und sie gewöhnlich in der Mitte des Verdecks, also unfern von der Stelle der magnetischen Beobachtungen, angebracht ist. Im eisernen Helm oder Hebel des Steuers bildet sich dagegen der horizontalen Lage wegen kein ausgeschiedener Magnetismus.

Die Richtigkeit dieser Voraussetzungen bestätigt sich auch wirklich durch einige gelegentliche, von Barlow angestellte

1 Essai on magnetic attractions. 2. Ed. u. Encyclop. Metr. a. a. O.

Versuche[1]. Im April 1820 wurde auf dem Schiffe Leven in 19 verschiednen Richtungen zwischen Ost und West der Fehler des Compasses durch Vergleichung mit Beobachtungen auf dem Lande bestimmt; die Ablenkung stieg im Maximum, wenn das Schiff in N. 70° O. lag, auf 3½ Grad nach Osten und die Summe der Fehler betrug 35° 55′, ehe die Kanonen am Bord waren, nachher aber 28° 43′; der Unterschied von 7° 12′ durch 19 getheilt giebt auf jede Beobachtung eine Aenderung des Fehlers der Boussole von 23 Minuten durch die Gegenwart der Kanonen. Wie viel ihrer waren und von welchem Kaliber, ist nicht angegeben.

Bei einer spätern Gelegenheit im Januar 1822 wurde auf ebendiesem Schiffe die nämliche Prüfung wieder vorgenommen. Der Fehler des Compasses auf dem Hinterverdeck, der früher nur 3° 15′ betragen hatte, stieg nun im Maximum bis auf 7° 47′. Diese merkliche Vergröſserung der Ablenkung war Folge des Umstandes, daſs man einen neuen sogenannten Patent-Cabestan angebracht hatte, dessen Spindel 11 Fuſs lang war und eine mittlere Dicke von wenigstens 5 Z. hatte. Eine ähnliche starke Ablenkung zeigte sich auf dem Schiffe Barracouta. Sie ging bis auf 16° 20′. Auch dieses war mit einem solchen Cabestan versehn, dessen Spindel durch beide Verdecke ging und wegen der gröſsern Bewegung auf dem kleinern Schiffe durch ihre Nähe eine desto stärkere Wirkung ausübte.

Wir können also nicht nur aus allgemeinen Gründen, sondern auch der Erfahrung zufolge annehmen, daſs wir hauptsächlich mit der Anziehung dieser verticalen Eisenstange zu thun haben, wodurch die Betrachtung dieser sonst verwickelten Erscheinung merklich vereinfacht wird. Ihr oberes Ende hat auf der nördlichen Hälfte der Erde stets eine merkliche Südpolarität. Von dieser wird das Nordende der nahen Compaſsnadel immerfort angezogen, und es kommt nur auf die gegenseitige Lage dieser beiden Stücke an und auf die Richtung der sie verbindenden Linie in Beziehung auf die Weltgegenden, um die Ablenkung der Magnetnadel zu bestimmen. Die erstere ist als eine constante, das letztere als eine veränderliche Richtung anzusehn, die von den Drehungen des Schiffs abhängt. Wir wollen der Einfachheit wegen nur vier

1 S. die Encyclop. Metrop. Art. Magnetism. p. 800.

Lagen annehmen, welche die Boussole gegen die Axe des Cabestans haben kann. Sie kann nämlich (wenn das Schiff nach Norden gerichtet ist) im Norden, Süden, Osten oder Westen von jener stehn. Je nach der Drehung des Schiffs wird dann die Nadel eine mehr oder weniger starke Ablenkung von der
Fig. 174. Nordrichtung erleiden. Die Zeichnung stellt die Richtung der Nadel unter den vier verschiednen Stellungen des Compasses auf dem Verdecke dar, wenn das Schiff successiv nach Nord, Ost, Süd oder West gerichtet wird. Die Buchstaben N, E, S, W bezeichnen jedesmal die Weltgegend, nach welcher hin das Schiff gerichtet ist, und dabei die Richtung der Nadel, wobei auf dem Papier, wie gewöhnlich, Nord oben, Süd unten, Ost zur Rechten und West zur Linken genommen wird. In der Mitte der Figur steht der Cabestan; die Pfeilspitze bezeichnet das Nordende der Nadel, da, wo die Richtung nur durch eine punctirte Linie dargestellt ist, bleibt es ungewiß, ob die Pfeilspitze gegen die Eisenstange oder von ihr abgekehrt sey; es hängt dieses davon ab, ob die Nadel mehr vom terrestrischen Magnetismus oder von der Polarität der Stange afficirt werde.

Gesetzt der Compaß stehe genau im Süden der Eisenstange, so wird er, wenn das Schiff nach Norden gerichtet ist, keine Störung erleiden, ebenso wird er auch bei südlicher Richtung desselben im Meridiane sich erhalten, wobei es jedoch auf seine Entfernung von der Stange ankommt, ob er südlich oder nördlich weisen wird. Die stärkste Ablenkung erleidet er, wenn das Schiff in Ost oder West liegt, weil dann die Wirkung rechtwinklig auf den Meridian statt findet. Steht der Compaß ostwärts von der Stange, so ist seine Ablenkung am größten, wenn das Schiff in Nord und Süd liegt, bei östlicher und westlicher Richtung desselben wird er im Meridiane verbleiben. Ein ähnlicher Gang der Erscheinungen findet statt, wenn er westlich von der Eisenmasse aufgestellt ist; bei südlicher und nördlicher Richtung findet das Maximum der Ablenkung statt. Steht er hingegen im Norden des Cabestans, so tritt dieses nur bei östlicher und westlicher Richtung des Schiffes ein. Man sieht, daß die Richtung des Schiffes, in welcher die Ablenkung am größten ist, zu beiden Seiten nahe einen rechten Winkel mit der Linie bildet, welche das Centrum der magnetischen Anziehung, sey

wenn jene Axe des Cabestans allein oder ein Zusammenwirken mehrerer zerstreuten Eisenmassen, mit der Mitte des Compasses verbindet. Gesetzt man habe, wenn das Schiff den einen und den andern Weg in der Richtung MN machte, die Fig. 175. größten Fehler des Compasses erhalten, so bezeichnet DV die Linie, auf welcher irgendwo das Centrum der störenden Anziehung sich befindet; sie nimmt zwischen den Eisenmassen A und B eine Lage an, wo ihre auf die Nadel wirkenden Kräfte im Gleichgewicht sind, was von ihrem Abstande von der Boussole, ihrer Gröfse, aufrechten Stellung und metallischen Beschaffenheit abhängt; das erste dieser Bestimmungsstücke ist hierbei das wichtigste, da die Wirkung den Quadraten der Entfernung umgekehrt proportional ist. Es ist nun auch offenbar, dafs, wenn man irgendwo auf der Verlängerung von DC auf der andern Seite des Compasses C eine Eisenmasse anbrächte, diese die Nadel bei jeder Stellung des Schiffes nach einer entgegengesetzten Seite ablenken würde. Benutzt man hierzu den Vortheil, welchen die eben erwähnte Anziehung nach den Quadraten der Entfernung darbietet, so kann man auch mit einer sehr kleinen Eisenmasse a die nämlichen Wirkungen hervorbringen, wenn sie dem Compasse C …nur näher gebracht wird. Hierauf beruht die Möglichkeit der *Compensation der magnetischen Ablenkung*. In der Regel möchte eine verticale Eisenstange, die gleichsam das Diminutivum von der Spindel des Cabestans wäre, diesem Zwekke vollkommen entsprechen; eine Absicht, welche sich durch …eben[1] vorgeschlagene Einrichtung genügend erreichen liefse. Barlow, der zuerst solche Compensationen einführte, suchte es durch eine am Gestelle des Compasses angebrachte vertical stehende Eisenscheibe zu bewerkstelligen. Sie hatte 12 bis 14 Zoll Durchmesser und etwa 1,7 par. Lin. (0,15 Zoll engl.) Dicke; sie war nämlich von solchem Eisenblech verfertigt, von welchem der engl. Quadratfufs etwa 6 ℔. wiegt. Um etwaige Ungleichheiten in der Reinheit oder magnetischen Empfänglichkeit der Eisenfläche zu vermeiden oder auszugleichen, zog man es eine Zeit lang vor, zwei halb so dünne Platten zusammenzunieten, so dafs eine Luftschicht zwischen denselben blieb. Diese Vorsicht erwies sich zwar in der Folge als un-

1 S. Bd. I. S. 88. die Note.

nöthig, doch machte man dabei die zufällige Bemerkung, d
die zwei Platten stärker wirkten, wenn sie etwas ge
waren, als wenn sie dicht auf einander lagen. Diese
wird am Stativ des Azimuthcompasses so befestigt, wi
Fig. 176. Zeichnung es darstellt, und zwar wurde sie auf der
Seite angebracht, daſs sie den Fehler der Ablenkung a
Doppelte brachte. Man muſste daher erst eine Beobach
ohne die Platte, dann eine *mit* derselben machen, dan
Ergebnisse von einander abziehn und den Unterschied bei
ersten Beobachtung additiv oder subtractiv anbringen, um
richtige Angabe zu erhalten. Nach der oben gegebenen
läuterung des ganzen Vorganges der Sache scheint es ri
ger, wie auch Barlow später gethan hat, die corrigi
Eisenmasse so anzubringen, daſs sie sogleich die Wirku
Schiffseisens neutralisirt, so daſs man die reine Angabe u
telbar durch die Beobachtung erhält, wodurch man des k
möglichen Versehns in Anbringung der Correction direct
hoben ist. Ob übrigens eine Eisenscheibe einer vertic
Stange vorzuziehn sey, müssen wir aus mehr als einem G
de bezweifeln; denn erstlich bildet die 12 Zoll breite P
nicht einen einzigen Anziehungspunct, wie dieses bei
Centrum der störenden Eisenmassen wegen ihrer gröſsern
fernung von der Boussole anzunehmen ist, sondern ihre
ist auf eine merkliche Ausdehnung vertheilt, welche bei
Länge der Compaſsnadel und der groſsen Nähe der Pl
ungleichem Maſse auf jene einwirken kann; zweitens i
nicht wahrscheinlich, daſs die Platte in allen Azimuthen g
stark mit terrestrischem Magnetismus geladen sey, sie w
daher, im Meridiane liegend, wirksamer seyn, als senkr
auf denselben; drittens müſste eine Eisenstange von 3 b
Fuſs Höhe stärker wirken, als die verticale Scheibe von 1
Höhe, man hätte daher den Vortheil, die Eisenstange von
ringerer Metallstärke zu machen, oder (was vorzüglicher w
sie in gröſserer Entfernung von der Boussole anzubring
wodurch die Besorgnisse einer ungleichen Anziehung we
der Länge der Nadel verschwinden würden. Ein starker F
Fig. 177. tenlauf LL, auf einem tüchtigen Klotze befestigt oder in
Verdeck des Schiffes eingeschraubt, würde auf einem Sei
arme MN die um einen Zapfen drehbare Boussole B trag
Die Erhöhung des Armes an der Stange und die Verschieb

Bussole auf demselben würden hinreichenden Spielraum die Modificirung der corrigirenden Wirkung darbieten und hätte alle Bequemlichkeit, durch Drehung des Hebelarms die Boussole mit dem magnetischen Centrum der Anzie- g des Schiffseisens und der gegenwirkenden Eisenstange in gerade Linie zu bringen. Noch bleibt uns übrig anzu- en, wie man die Ablenkung selbst und besonders das Ma- um derselben zugleich mit der entsprechenden Richtung Schiffes entdecken kann. Hierzu bedarf es nur einer An- ung, um das Schiff nach allen Richtungen des Horizontes ehn und wo möglich in jeder Lage eine Zeit lang fest zu können. Diefs geschieht am besten, wenn das Schiff einem Anker gehalten entweder durch Taue, die am befestigt sind, oder durch ausgebrachte Werfanker in jede ige Richtung gezogen werden kann.

Diese letztere mufs man jedoch nicht nach dem Compafs, en Angaben ja eben verdächtig sind, sondern nach Win- n, die mit einem Mefsinstrumente, z. B. dem Sextanten, werden, angeben. Alsdann bestimme man bei allen des Schiffes das Azimuth eines entfernten Gegenstandes dem Compafs. Das Mittel aus den am meisten diver- den Angaben ist ziemlich nahe das richtige magnetische uth. Genauer jedoch erfährt man den Fehler des Com- es, wenn man am nahen Ufer mit demselben Instrumente magnetische Azimuth eines sehr entfernten Gegenstandes ucht und dann die nämliche Beobachtung auf dem Schiffe den verschiedenen Drehungen desselben wiederholt. Statt tfernten Gegenstandes kann man die Sonne selbst neh- , deren Azimuth man mit zwei übereinstimmenden Com- in den gleichen Momenten am Ufer und auf dem Schiffe immt. Sollte das Schiff nicht nahe genug am Ufer und kein t entfernter Gegenstand im Horizonte zu haben seyn, so suche auf folgende Weise das am Ufer in A gemessene Azi- h α des Objects D auf die Station des Schiffes in S über- gen. Man messe bei jeder magnetischen Beobachtung auf Schiffe aus A und S mit Sextanten gleichzeitig die Win- und n, so ist das gesuchte Azimuth x vom Schiffe aus $= 180° - (m + n + \alpha)$; denn da der Winkel $+ n$ und wegen der parallelen Meridiane $q = \alpha$ ist, ist $x = 180° - (p + q)$. Ist $m + n + \alpha$ gröfser als 180°, so

Fig. 178.

ist das Azimuth von D auf dem Schiffe gleichnamig wie
Ufer; ist aber m + n + α kleiner als 180°, so fällt es
die entgegengesetzte Seite des Meridians. Eine sehr
Methode besteht auch noch darin, daſs die Beobachter
Lande und auf dem Schiffe mit übereinstimmenden Com
sen sich gegenseitig in jeder Lage des Schiffes beobachten,
dann, wenn kein Fehler wäre, ihre Angaben genau um
von einander abgehn müſsten. Sind einmal die Maxima
Fehler und hierdurch die Linie, welche auf dem Ver
vom Compaſs nach dem unsichtbaren Centrum der stören
Anziehung geht, ausgemittelt, so hält es nicht schwer,
irgend eine der vorhin angezeigten Compensationen die
gaben des Instruments fehlerfrei zu machen. Die Wichtig
einer Verbesserung der Weisungen der Schiffscompasse ist
die Sicherheit und Schnelligkeit der Schifffahrt von g
Bedeutung und die Seltenheit ihrer Benutzung liefert
unerfreulichen Beleg von der Rohheit und Unwissenschaft
keit eines groſsen Theiles der Seefahrer, unter denen
len selbst Leute von hohem Range sich befinden, welche
Mängel ihres Wissens durch ein vornehmes Bespötteln sol
Spielereien bemänteln zu können glauben. Sie ist, wie
oben bemerkt worden, auch nicht minder wichtig für
Physik und Geographie, indem von der Richtigkeit
Beobachtungen unsere Kenntnisse über den Magnetismus
Erdballs gröſstentheils abhängig sind; durch sie erhalten
einzig sichere Angaben über das Vorhandenseyn, die
und Richtung der Strömungen im Ocean und auf ihnen
ruht nicht minder auch die Genauigkeit der Küstenaufnahm
welche ohne den Compaſs oft kaum zu Stande gebracht w
den könnten.

3) *Instrumente zur Untersuchung des Magnetismus d Erde.*

a) *Bestimmung der magnetischen Abweichung. Declinatorium.*

In Beziehung auf diese Werkzeuge ist im Artikel *Abweichung*[1] das Nöthige beigebracht und Gambey's vo
zügliches Declinatorium nebst einem weniger kostbaren In
Fig. 179. strumente dieser Art beschrieben worden. Wir bemerken
nur, daſs es besser ist, statt eines einzigen Magnetstabes

1 S. *Abweichung.* Bd. I. S. 135.

dort angegeben wird, noch einen zweiten B beizufügen, durch nicht nur die magnetische Richtungskraft verstärkt, dern auch die Umwendung dieses magnetischen Fernrohres ichtert wird. Wenn auch dadurch die Nothwendigkeit teht, stärkere oder vermehrte Fäden der Aufhängung anwenden, so kommt nach den neuern Versuchen von Gauss dadurch erschwerte Drehbarkeit der Fäden gegen die grö e magnetische Kraft schwerer Nadeln keineswegs in Be ht und der Widerstand, den ein zusammengesetzter oder terer und stark angespannter Faden der Drehung entgegen t, läſst sich theils berechnen, theils dadurch beseitigen, man dem Faden eine desto gröſsere Länge giebt und seinen ing nicht an einen festen Punct, sondern an einen Bügel befe- t, der auf einer harten, in eine flache stählerne Schale ge- ten Spitze drehbar ist. Die Spitze hat es dann mit der bern Orientirung, der Faden nur mit der feinern zu thun. schen erfordert die Bestimmung der absoluten Abwei ng, die man sich begnügt in Minuten anzugeben, keine eine Stellung, sonst müſste man auch bei jeder Angabe Stunde des Tages, an der sie gefunden wurde, an ren. Fig. 180.

b) Wie das astronomische Azimuth eines entfernten Ge standes zur See bestimmt werde, davon ist oben Bd. I. S. die Rede gewesen. Dort ist nämlich die Sonne selbst entfernte Gegenstand, auf sie visirt man mit dem Com , wenn sie dem Horizonte nahe ist, in welchem Falle auch die Rechnung durch Hülfstafeln sich merklich ab läſst. Zu Lande kann man genauer verfahren; man t nach einem irdischen Objecte und bestimmt dann durch sung seines Winkelabstandes von der Sonne, aus dem be neten Azimuth der letztern, dasjenige des erstern. Eine h genauere Orientirung erhält man durch die (immer mehr verbreitende) Anwendung eines tragbaren Passageninstru ts, und hierauf hat Bessel[1] einen Vorschlag zur genauen timmung der magnetischen Abweichung gegründet, der ntlich in Folgendem besteht. In die Lager des ausgeho en Passageninstrumentes wird eine runde messingene Kapsel legt, welche an zwei gegenüberstehenden Puncten zwei cy-

1 Schumacher's astronom. Nachrichten. Th. VI. S. 244.

lindrische, denen jenes Instruments gleiche Zapfen hat. Die Umdrehung der Nadel in der sie tragenden Hülse erfährt vorerst die magnetische Collimation der Nadel selbst. All man mufs auch diejenige des Theilungskreises in dieser sole kennen, um zu wissen, welcher seiner Diameter der des Transitinstrumentes parallel ist. An dieser ist zu dem Boden und Deckel von Glas, und die Theilung befindet auf der innern Fläche eines cylindrischen Ringes, damit Boussole in verticaler Richtung umgewendet und in b Lagen das Einspielen der Nadel auf einen Punct der E lung beobachtet werden könne. Da man hierbei sowohl gnetnadel als Dose umzuwenden, überdem noch die Z umzulegen hat, so erhält man acht Beobachtungen, deren tel auch bei einer mäfsigen Gröfse des eingetheilten K auch ohne Nonien oder Mikroskope, blofs mit Loupen ziemlich genaues Resultat liefern wird. Freilich darf diesem Gebrauche das Stativ des Passageninstrumentes Eisen oder Stahl enthalten. Sollte dieses nicht zulässig so könnte man ein besonderes messingenes Stativ mit welches vor der Beobachtung durch Einlegung und Ri des Fernrohrs nach dem bereits ausfindig gemachten N oder Südpuncte regulirt und an die Stelle des eigen Lagers gesetzt würde. Die Eintheilung der Boussole man auch von Glas machen oder derselben, wenn man eines einfachen Gestelles einen Theodolithen hätte, ga behren.

Die grofse Zahl der in neuern Zeiten von Oberst FOY[1] in London regelmäfsig fortgesetzten Abweichungs achtungen verdient es, dafs hier auch das von ihm geb Instrument näher beschrieben werde, um so mehr, da es demjenigen der Königl. Societät zu London, deren Denk ten ebenfalls viele Beiträge hierzu geliefert haben, in der struction sehr nahe übereinstimmt. Auf einem Brete von Fig. 181. hagoniholz A A, das mit drei Stellschrauben v, v, v ho tal gestellt werden kann, befindet sich eine Messingtafel welche bei F F eine Eintheilung trägt und vermittelst Schraube I um ein hier nicht sichtbares Centrum bewegt den kann. Auf dieser liegt ebenfalls um ein Centrum

1 Annals of Philosophy. August 1813.

glich das messingne Kästchen oder die Boussole B mit Ver-
er und Mikrometerschraube bei G. Inwendig die Magnetna-
d selbst mit ihrem Achathütchen C auf einer feinen Spitze
hend, mit der gewöhnlichen Abstellung. Sie ist 10 Zoll
g, einen halben Zehntelszoll dick, ganz cylindrisch und an
n Enden fein zugespitzt. Durch das auf beiden Enden des
stchens einzusteckende Mikroskop M überzeugt man sich
m Zusammentreffen der Spitze mit einem die Axe des Käst-
ens bezeichnenden Theilstriche. Das Ganze ist durch ein
sglas gedeckt. Insoweit ist dieses Instrument mit demje-
gen der Königlichen Societät übereinstimmend. Eine nütz-
he Zugabe, zumal für reisende Beobachter, ist das auf den
len HH ruhende Passageninstrument LL, das mit einem
inen Höhenkreise N zur Aufsuchung der Sterne versehn
und in den Lagern KK nivellirt und umgelegt werden
nn. Beim Gebrauch wird der Vernier auf Null gestellt, dem
rnrohre noch ein zweites Objectiv zur Verkürzung der Brenn-
ite vorgesteckt und mit demselben auf die Spitzen der Na-
el visirt, sodann durch Umlegen des Fernrohrs und Ver-
hiebung der Lager bei K die Uebereinstimmung der magne-
chen Axe der Nadel mit der optischen des Fernrohrs be-
rkstelligt. Durch die gewohnten Methoden trachtet man
ber das Passageninstrument in den Meridian zu bringen
d, wo es angeht, diese Richtung durch ein entferntes Zei-
n (*mire*) zu versichern. Der auf halbe Minuten getheilte
nier bei G giebt dann auf dem Gradbogen FF den Win-
l der Abweichung zu erkennen.

b) *Instrumente zur Untersuchung der stündlichen Ver-
rung der Abweichung.* Diese sind es namentlich, bei
en die Aufhängung der Nadel an einem feinen Faden zur
ässlichen Bedingung wird, indem die erforderliche Em-
dlichkeit der Stellung wohl auf keinem andern Wege er-
werden kann. Den früher (Bd. I. S. 148 und 150) für
Zweck angegebenen Werkzeugen sind seither durch
schläge von Poggendorff, Riess und Gauss sehr
serte Einrichtungen zur Seite getreten. Sie haben den
r grofser Genauigkeit in den Angaben und machen die
von den Störungen, die das dem Beobachter bei-
de Eisen etwa auf sie ausüben könnte, unabhängig.
endorff's Instrument, das er im Jahr 1826 bekannt

Fig. 182. machte[1], ist folgendes. Ein cylindrischer Magnetstab trägt in der Mitte einen messingnen Bügel, an welchem oben ein Faden befestigt wird. Der Stab ist in dem Bügel drehbar und mit einem Glasspiegel versehn, dessen Länge mit seiner Axe parallel läuft und der zur Hälfte auf der einen, zur Hälfte auf der andern Seite foliirt ist. Dieser einfache Apparat wird mit einem schützenden Gehäuse in beliebiger Entfernung vom Beobachter auf einem steinernen oder hölzernen Postament aufgestellt, dieser bemerkt dann durch ein Fernrohr, das im Brennpuncte einen Verticalfaden trägt, den Gegenstand, der im Spiegel sich reflectirt. Um nun die Richtung der Ebene des Spiegels zu erfahren, braucht man nur mit einem feststehenden Winkelmesser, am besten mit einem Theodolithen den Winkel zwischen dem Object und seinem Bilde zu messen. Die Hälfte dieses Winkels giebt an, um wie viel die Richtung des Spiegels von der Gesichtslinie nach dem Gegenstande abweicht, mithin auch, wenn das astronomische Azimuth des letztern bestimmt ist, die Abweichung des Spiegels vom wahren Nord- oder Südpuncte. Dieses findet jedoch nur dann statt, wenn das Object in Beziehung auf die Distanz zwischen dem Meſsinstrumente und Spiegel sehr weit entfernt ist. Liegt es aber so nahe, daſs die von ihm nach diesen beiden Puncten ausgehenden Strahlen sich nicht als parallel betrachten lassen, so muſs man sich nach POGGENDORFF der Formel

$$\text{Sin.}(T - 2\delta) = \frac{a\,\text{Sin.}\,T}{a + c}$$

Fig. 183. bedienen, in welcher δ die gesuchte Richtung der Nadel in Beziehung auf den entfernten Gegenstand O, T den gemessenen Winkel zwischen diesem und dem Spiegel C, OT = c den Abstand des Theodolithen vom Object bezeichnet; a ist die rückwärtsgehende Verlängerung dieser Linie bis dahin, wo sie in P die Ebene des Spiegels durchschneidet. Da die Ausmittelung von a mit einiger Schwierigkeit verbunden seyn möchte, so läſst sich der Zweck leichter dadurch erreichen, daſs man auch den Abstand des Spiegels vom Object = b in die Rechnung aufnimmt, der, wenn man c bestimmen will, leicht auch noch ein für allemal gegeben werden kann. Man hat alsdann $\text{Sin.}\,m = \text{Sin.}\,2\delta = \frac{c\,\text{Sin.}\,T}{b}$.

1 Poggendorff's Ann. N. F. VII. 122.

Dreht sich die Magnetnadel, so werden die nach T reflectirten Strahlen des Objects nicht mehr auf die Mitte des Spiegels in C, sondern auf eine andere Stelle südlich oder nördlich von derselben fallen, wodurch b eine Verlängerung oder Verkürzung erleidet, die, wenn der Gegenstand in Beziehung auf den Abstand des Theodolithen vom Spiegel nur einigermaßsen groſs ist, gar nicht in Betracht kommt, da sie nur ein Paar Linien erreichen wird. Will man nur die Aenderungen des Winkels δ oder eigentlich ihr Verhältniſs zu den Aenderungen von T haben, so wird die Formel

$$d\delta = dT \frac{c}{2b} \cdot \frac{\text{Cos. } T}{\text{Sin. } 2\delta}$$

diese in ebensolchen Theilen (Minuten oder Secunden) angeben, wie d T gegeben ist. Es ist für das Optische der Messung vortheilhaft, ein Object von solcher Lage zu wählen, daſs die von ihm ausgehenden Strahlen nahe senkrecht auf den Spiegel fallen, mithin der Winkel T ziemlich stumpf wird. Seine Entfernung vom Spiegel und vom Theodolithen muſs durch irgend eine Vermessungsart ausgemittelt werden. Mehr Schwierigkeiten wird die Bestimmung des astronomischen Azimuths des Objectes O vom Standpuncte C aus veranlassen, da dieses bekanntlich zu denjenigen Operationen der praktischen Astronomie gehört, bei welchen wegen Verbindung terrestrischer Objecte mit cölestischen und der Schwierigkeiten einer scharfen Zeitangabe unsere Instrumente ihre bekannte Genauigkeit einigermaſsen verweigern. Zur Bestimmung der absoluten magnetischen Abweichung ist es noch nöthig, sich zu überzeugen, daſs die magnetische Axe des Stahlstabes mit der Ebene des Spiegels parallel sey. Dieses kann man am besten dadurch erfahren, daſs man den Stab in dem Bügel so umlegt, daſs der obere Theil unten zu liegen kommt, und dann die Messung des Winkels T wiederholt. Das Mittel aus beiden Beobachtungen, die wo möglich in der nämlichen halben Stunde angestellt werden sollten, giebt den wahren Werth von δ oder das wahre magnetische Azimuth des entfernten Objects. Hierzu dient eben die von dem geschickten Mechaniker Pistor angegebene zweifache Belegung des Spiegels, weil auch eine etwas prismatische Gestalt des Glasstückes schädlich ist, indem die Collimation der beiden Glasflächen sich mit derjenigen des Magnetstabes vermischt. Will man

nur die Veränderungen der magnetischen Abweichungen beob achten; so fällt begreiflich diese Untersuchung, so wie a die Bestimmung des astronomischen Azimuths weg. Das einem freien Postamente stehende Gehäuse des Apparats s von Kupfer oder Zinkblech verfertigt oder, wenn es von H ist, gegen die Wirkung von Sonne und Regen durch e dünne Bekleidung aus einem dieser Metalle geschützt werd An der Stelle, wo die Strahlen vom Objecte ein- und a gehn, muſs es eine Oeffnung haben, die durch ein paralle Spiegelglas oder ein Stück reines Marienglas verschlossen w Nicht unzweckmäſsig dürfte es auch seyn, dem Gehäuse e weder eine pyramidalische Form zu geben, oder schickli noch ein cylindrisches Rohr auf dasselbe zu setzen, um erschütternden Wirkungen des Windes auf die nicht ganz k Röhre, welche den Seidenfaden enthält, abzuhalten. N bemerkt Poggendorff, daſs man auch den Theodolithen e behren könne, wenn man statt des entfernten Objectes e Gegenstand wählt, der sich (im Osten oder Westen der M gnetnadel) zwischen dem Spiegel und dem Beobachter s befindet, wie z. B. die äuſsere Kante der Fensterbank e im Erdgeschoſs gelegenen Zimmers, und diese mit einer h zontal liegenden Scale versieht, deren Bild im Spiegel Beobachter die den Aenderungen der Nadel entsprech Stelle vor den Faden seines Fernrohrs führt. Die Vorth dieser Einrichtung sind zu auffallend, um nicht sogleich kannt und von jedem Physiker, dem die erforderliche liche Gelegenheit sich darbietet, benutzt zu werden. M braucht hier keine Mikroskope, keinen eingetheilten Kreis; mäſsig vergröſserndes Fernrohr und eine selbst zu verferti de Tangentenscale verhilft uns zu den allergenauesten Be achtungen. Nimmt man die Entfernung der Nadel vom B obachter auf zehn Fuſs und darüber an, so wird der W einer Minute 1 bis 2 Linien groſs werden, die man also le noch theilen kann. Ist nämlich A B die Fensterbank, r das Fernrohr und die Nadel im M, so wird, wenn die l tere von a nach b sich dreht, der Punct B der Scale v nach O reflectirt werden. Nimmt man MO nur = 2 Fuſs so ist für eine Drehung des Spiegels von 1 Min. die G OB = Tang. 2 Min. = 0,00058 × 288 Lin. = 0,167 Lin. das Fernrohr auch nur zehnmalige Vergröſserung, so w

Fig. 184.

1 Min. = 1,67. Hiervon $\frac{1}{6}$ oder 10 Sec. macht 0,28 Lin., so dass man bei gehörigen Subdivisionen nahe 1 Sec. sehn kann. Rechnet man zu jeder Seite $2\frac{1}{2}$ Grad Aenderung, so wird $OB = \text{Tang. } 5^{\circ} = 0{,}0875 \times 288 = 25{,}2$ Lin., mithin AB nur 4,2 Zoll.

Wir haben hier den Fall betrachtet, wo der Beobachter sich im Osten oder Westen der Nadel befand. Der berühmte Geometer Gauss[1], dessen Untersuchungen über den terrestrischen Magnetismus eine neue Epoche in dieser Lehre begründen, fand es gelegener, sich im magnetischen Meridiane selbst zu placiren und den Spiegel an das Ende des Magnetstabes senkrecht auf seine Axe zu setzen. Man entgeht hierbei der Mühe, den Spiegel auf ungleichen Seiten foliiren zu lassen. Dagegen würde, wenn die Distanz vom Beobachter nicht bedeutend wäre, die Ableitung des Drehungswinkels aus der Tangentenscale eine kleine Correction erfordern, weil die reflectirende Stelle des Spiegels bei seiner Verrückung der Scale näher träte.

Im Jahr 1827 trat Dr. Riess mit dem nämlichen Vorschlage auf, den Poggendorff ein Jahr früher gemacht hatte[2]. Er betrachtet die Aufgabe in ihrer ganzen Ausdehnung und giebt die trigonometrischen Formeln für die Differenz der Azimuthe des Spiegels und des Objects, auch für den Fall, wo das letztere merklich über den Horizont erhaben ist, z. B. bei Sternenbeobachtungen. Hier kommt denn auch der Abstand des Theodolithen vom Spiegel nicht in Betracht und man hat, wenn Z die Zenithdistanz des Objects bezeichnet,

$\text{Sin. } \frac{1}{2}\delta = \frac{\text{Sin. } \frac{1}{2} T}{\text{Sin. } Z}$ oder, wenn δ nahe 180° wäre,

$$\text{Cos. } \tfrac{1}{2}\delta = \sqrt{\left[\frac{\text{Sin.}(Z + \frac{1}{2}T) \cdot \text{Sin.}(Z - \frac{1}{2}T)}{\text{Sin. } Z}\right]}.$$

Riess entwickelt sodann die nöthigen Correctionsformeln für die Fehler des Instrumentes selbst, namentlich die Neigung des Spiegels und seinen Nichtparallelismus mit der Axe des Magnetstabes. Statt wie Poggendorff ein Glasstück auf bei-

1 Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata. Gottingae 1833. 4. und Schumacher astron. Nachr. No. 238. Götting. Gel. Anz. No. 205. 206. 207. 1833. Dec.

2 Poggendorff's Ann. IX. 67.

den Seiten zu belegen, nimmt er zwei kleine Metallspie[gel] an, deren Rücken an einander stofsen und die sich du[rch] Schräubchen parallel stellen lassen. Dem runden, et[was] schwachen Magnetstabe giebt er eine Länge von 10 bi[s] Zollen, spitzt seine Enden zur Verstärkung des Magnetis[mus] scharf zu und verwahrt ihn in einem 3 bis 4 Zoll breiten [und] 6 bis 8 Zoll hohen Kasten von hinreichender Länge, der [aus] parallelen (?) Spiegeltafeln zusammengesetzt ist und d[urch] welchen die Reflexion nach jeder beliebigen Richtung [statt] haben soll. Dieses, so wie der etwas unpraktische V[or]schlag, die Nadel zum Behuf ihrer horizontalen Lage d[urch] eine Libelle hindurchzustecken, möchte die Ausführung [die]ses Instruments, das vor POGGENDORFF's Idee keine Vor[züge] hat, etwas schwierig machen.

Da GAUSS der erste ist, der diese Einrichtung eines [ma]gnetischen Reflexionsapparates wirklich zur Ausführung [ge]bracht hat, so geben wir hier die von ihm mitgetheilte [Be]schreibung desselben[1]. Der Eifer für die Beförderung w[issen]schaftlicher Forschungen hat die Vorsteher der Universit[ät be]wogen, etwa 100 Schritt westlich von der Sternwarte ei[n ei]genes magnetisches Observatorium erbauen zu lassen, d[essen] Länge im magnetischen Meridiane 32 par. Fufs bei einer [Breite] von 15 F. und einer Höhe über 10 F. beträgt. Auf jede[r der] langen Seiten ist ein Vorsprung; der westliche dient als [Ein]gang, der östliche zur Wohnung eines Wächters. Was [sonst] an Gebäuden von Eisen gemacht wird, ist hier von K[upfer]. Die früher von GAUSS gebrauchten Nadeln oder (besse[r ge]sagen) prismetischen Stäbe waren 0,3 Meter (11 Z. 1 L.) lang und nahe 1 ℔. schwer. Sie hängen an einem 29[...] langen ungedrehten Seidenfaden, der aus 32 einfachen[2] [zu]sammengesetzt war. Das obere Ende des Fadens war [dreh]bar und die Drehung wurde an einer Kreistheilung gem[essen].

---

1 Schumacher astron. Nachrichten Th. X. S. 354. Gött. gel. [Anz.] 1834. N. 128. Poggendorff's Ann. XXXII. 562.

2 Diese Fäden, die feinsten, die im Handel vorkommen, [sind] eigentlich nicht einfach, sondern bestehn aus vier Fäden, welch[e] [ohne] Drehung beim Abwickeln der Seide von den Cocons durch den [natür]lichen Leim derselben an einander geklebt sind. Jeder träg[t ...] 30 Grammes oder 1 Unze franz. Gew.

Der Planspiegel befand sich an einem Ende der Nadel und das Ganze war in einen hölzernen cylindrischen Kasten eingeschlossen, welcher, außer einer kleinen Oeffnung im Deckel für den durchgehenden Faden noch eine größere an der Seite hat. Dem Spiegel gegenüber stand in einer Entfernung von 16 Fuß ein Theodolith, dessen Fernrohr, etwas höher stehend als der Spiegel, auf diesen niederwärts gerichtet war. Eine Scale von 4 Fuß Länge, in einzelne Millimeter getheilt, war senkrecht auf den magnetischen Meridian am Stativ des Theodolithen befestigt, ein von der Mitte des Fernrohrs herunterhängendes Senkel schnitt an der Scale den Anfangspunct der Theilung ab. In der Verlängerung der Nadel, 16 Fuß weit hinter derselben, war eine Marke befestigt, welche dazu diente, jeden Augenblick die unverrückte Stellung des Theodolithen zu prüfen. Jeder Theil der Scale betrug nahe 22 Secunden, von denen ein geübtes Auge leicht Zehntheile unterschied. Da die Nadel selten in Ruhe war, so wurden ihre Elongationen zu beiden Seiten beobachtet und je zwei östliche mit der dazwischen liegenden westlichen combinirt und umgekehrt. In den Vormittagsstunden, wo die tägliche Variation sich am schnellsten ändert, konnte man diese beinahe von einer Zeitminute zur andern verfolgen. Die später gebrauchten Magnetstäbe von Uslarschem Gußstahl haben eine Länge von 610 Millim. (22,53 par. Z.), eine Breite von 37 Millim. (1,37 par. Z.) und eine Dicke von 10 Millim. (0,37 par. Z.). Die Breite des Spiegels beträgt 73 Millim. (2,77 par. Z.), seine Höhe 50 Millim. (1,85 par. Z.). Der Stab ist an einem von der Decke herabgehenden 200fachen 7 Fuß langen Seidenfaden aufgehangen und der Torsionskreis ist unterhalb am Faden angebracht. Hierbei beträgt der Torsionswiderstand nur $\frac{1}{379}$ der horizontalen Directionskraft der Magnetnadel. Vermittelst einer geeigneten Vorrichtung kann der Faden oben verkürzt und verlängert werden; der Theodolith steht im Süden, man sieht durch das nördliche Fenster einen der Stadtthürme, dessen Azimuth sehr genau bestimmt ist, auch versichert ein feiner verticaler Strich an der nördlichen Wand den unverrückten Stand des Theodolithen. Die Scale ist 4 Fuß lang, in Millimeter getheilt und ein Theil beträgt 21",3 im Bogen. Für gewöhnlich wird um 8^h Vormittags und um 1 Uhr Nachmittags beobachtet und es betrug die Declination

Monat	8h Vorm.	1h Nachm.	Unterschied
April	18° 36′ 6″,9	18° 47′ 3″,8	10′ 56″,9
Mai	36 28,2	47 15,4	47,2
Juni	37 40,7	47 59,5	18,8
Juli	37 57,5	48 19,0	21,5

An gewissen Tagen, den 20. März, 4. Mai und 21. Juni, werden die fortgesetzten Beobachtungen alle 20, ja 10 und 5 Min. aufgezeichnet und stimmen mit den an andern Orten, z. B. durch SARTORIUS in Meiningen, zu Frankfurt a. M. und zu Berlin mit ähnlichen Apparaten angestellten vollkommen überein. Aus den im Juli angestellten Messungen ergab sich die Intensität = 1,7743; 1,7740; 1,7761 als Werth der horizontalen Kraft[1].

Die Anwendung schwerer Nadeln oder eigentlicher kräftiger Magnetstäbe ist ein wesentlicher Vorzug der von GAUSS aufgestellten Einrichtung, indem dadurch die störenden Einflüsse, welche die Sicherheit der Beobachtung durch die Reibung der Spitzen, die Steifheit der Fäden, schwache Änderungen der magnetischen Richtung, Temperatur und Wärmestrahlung, Luftzug und andere kleine Hindernisse erleidet, von der überwiegenden Kraft des Stabes beseitigt werden. GAUSS hat sich hiervon durch Versuche mit einer zweipfündigen Nadel überzeugt und ist der Meinung, dafs durch Anwendung noch schwererer Stäbe von 4, 5 und 6 Pfund eine Sicherheit der Resultate erreicht werden könne, welche derjenigen der feinsten astronomischen Beobachtungen durchaus nicht nachsteht. Schade nur, dafs mit dem Gewichte der Nadeln auch die Menge und Spannung der Fäden und ihre Entfernung von der Aufhängungsaxe zunimmt. Mit Stahlspitzen ist da kaum mehr etwas anzufangen und jeder Versuch, sie auf

1 Diese ausgezeichneten Vorrichtungen dienen nebenbei zur Aufhellung eines andern wichtigen physikalischen Problems. Die aufgehängten Magnetstäbe sind nämlich mit Multiplicatoren umgeben, der Hauptstab mit einem aus 200 Windungen bestehenden, von versilbertem Kupferdraht, wovon 2,6 Meter 1 Gramm wiegen. Es ist dann vom physikalischen Cabinette aus eine Verbindung aus Messingdraht, wovon 1 Meter 8 Gramme wiegt, hergestellt worden und es zeigt sich, dafs der elektrische Strom die ganze Länge von 9000 par. Fufs in unmefsbarer Zeit durchläuft.

Quecksilber schwimmen zu lassen, würde mit noch gröfserer Reibung verbunden seyn.

Die bisher beschriebenen Apparate eignen sich vorzüglich für Beobachter, die sich eine bleibende Einrichtung für die Beobachtung der stündlichen Aenderungen zu verschaffen im Stande sind. Die Wichtigkeit dieser Untersuchung in entlegenen Plätzen des Erdballs legt uns die Pflicht auf, dem reisenden Naturforscher ein Werkzeug in die Hände zu geben, mit welchem er auch unter weniger bequemen äufsern Umständen gute Beobachtungen über den magnetischen Wechsel anstellen kann. Die einfachste Vorrichtung für diesen Zweck wäre eine hinreichend lange Nadel, welche an ihren Enden einen kleinen auf Silber oder Elfenbein eingetheilten Gradbogen trüge. Allein diese würde, wenn man ihr auch die bedeutende Länge von 2 Fufs ertheilte, doch für 1 Minute nur 0,04 Lin. Ausschlag geben, was durch Mikroskope, deren Vergröfserung, des Gesichtsfeldes wegen, nicht hoch getrieben werden dürfte, höchstens auf ½ Linie zu bringen wäre. Will man überhaupt Mikroskope und eine Messung des Winkels auf einem Gradbogen anwenden, so könnte man auf folgende Weise den Apparat um die Hälfte kürzer machen, ohne in Genauigkeit etwas einzubüfsen. Man denke sich den Glaskasten GL, welcher die Nadel N enthält, auf einer etwas gewichtigen, durch Stellschrauben nivellirbaren, messingnen oder steinernen Platte AB liegend und am Deckel desselben oder an einem besondern Bügel CD, den die Fig. von oben gesehn darstellt, die Röhre R befestigt, welche den Seidenfaden enthält. Diesen Glaskasten umgiebt ohne unmittelbare Berührung ein Gestell EF, das aus drei messingnen durchbrochnen Flächen oder Rahmen besteht, die durch Charniere, d. h. Bewegungen zwischen zwei Spitzen, mit einander verbunden sind. Ihr Querschnitt bildet ein Rectangel, welches, wie die punctirten Linien anzeigen, nach Belieben in ein Parallelogramm oder Rhomboid sich verschieben läfst. Auf dem obern Rahmen, welcher in H die Eintheilung trägt, befindet sich eine breite, in der Mitte für den Durchgang der Röhre mit dem Seidenfaden ausgeschnittene Alhidade IK, deren ebenfalls zwischen Spitzen beweglicher Drehungspunct in P ist. Dicht an diesem steht das Mikroskop K und in der Nähe des Vernier das Mikroskop I. Die flache Magnetnadel N ist an ihrem Ende

Fig. 185. u. 186.

entweder durchbohrt, oder auch nur an den Enden der Li
die ihre Axe bezeichnet, mit einem Einschnitt, einer Ke
versehn, welche von Fäden des Mikroskops bei jeder U
wälzung der Nadel bisecirt wird. Hat nun die let
ihre Lage geändert, so wird erstlich vermittelst der Sch
s, welche den einen Rahmen gegen die Feder t andrückt,
Gestelle so weit vor- oder rückwärts getrieben, bis der Fa
des Mikroskops K die Axe der Nadel N durchschneidet;
dann findet sich das Mikroskop I um das Doppelte der A
derung vom andern Ende der Nadel entfernt und die Alh
wird, wenn auch dieses eingestellt ist, das Doppelte des Ä
derungswinkels angeben. Auf diese Weise könnte man
einer Nadel von etwa 15 Zoll Länge und mit Mikrosk
von zwölfmaliger Vergrößerung die Größe einer Minute
0,7 L. bringen. Diese Vorrichtung hat jedoch mit den m
sten bisherigen Declinatorien den Nachtheil gemein, daſs
Beobachter der Magnetnadel zu nahe ist, mithin durch S
und Eisen, durch Schlüssel, Messer, Schnallen, die er
sich trägt, und durch die Wärme seines Körpers leicht
dieselbe einwirken kann. Es dürfte daher auch für diese
von Beobachtungen nicht undienlich seyn, die Poggendorf
sche Methode in Anwendung zu bringen und den Appa
einzurichten, daſs der Beobachter sich nicht bloſs in ein
vier Weltgegenden, sondern in jedem beliebigen Azimuth
Nadel aufstellen könne.

Zu diesem Ende hat man nur den Spiegel so anzu
men, daſs er eine etwelche Drehung ums Centrum und si
Feststellung in einer gegebenen Lage zuläſst. Man befes
denselben auf eine messingene Scheibe, welche unten mit
Fig. 187. nem kleinen konischen Zapfen in den Steg a b sich eins
und durch die beiden Schrauben m und n auf demselben
gepreſst wird. Den Spiegel dreht man so, daſs er dem Fe
rohr senkrecht gegenüber stehe. Kann man auch nicht im
ein Zimmer im Erdgeschoſs finden und die Nadel auſserl
auf eine sichere Weise aufstellen, so lassen sich dagegen
vielen Zimmern Fernrohr und Nadel etwa an den Ecken ei
breiten Spiegelwand zwischen zwei Fenster in hinreicher
Entfernung von einander befestigen, wobei freilich die in
Mauer einzulassenden Krampen und Schrauben von reinem M

ing oder Kupfer seyn müssen[1]. Die Bequemlichkeit, im Zimmer beobachten zu können, und die damit verbundene gröſsere Sicherung des Apparates dürfte in vielen Fällen den Vortheilen einer Aufstellung im Freien die Waage halten. Dagegen fällt, wenn die Richtung der Wand nicht genau im magnetischen Meridiane des Orts oder senkrecht auf denselben ist, die Möglichkeit weg, den Collimationsfehler des Spiegels durch Umkehren zu prüfen oder eine absolute Bestimmung der Abweichung auf diesem Wege zu erhalten, und man muſs sich auf die Beobachtungen der stündlichen Aenderungen beschränken.

Um jedoch den reisenden Beobachter auch für den Fall die Vortheile des POGGENDORFF'schen Vorschlags genieſsen zu lassen, wo weder Aufstellung der Nadel im Freien, noch Befestigung derselben an der Mauer des Zimmers (von hölzernen Wänden darf hier die Rede nicht seyn) möglich ist, schlagen wir vor, das Kästchen mit der Nadel und das Fernrohr auf einem und demselben Lineale zu befestigen, das man jedesmal in der Richtung des Meridians aufstellt und wie jede andere Declinationsnadel für stündliche Beobachtungen gegen Verrückung sichert. Wie bei dieser opfert man hier auch die Vortheile, die mit der Entfernung des Beobachters verbunden sind, aber man behält doch diejenigen einer wohlfeilern Ausführung des Instruments und gröſserer Genauigkeit. Um die Fig.
Dimensionen desselben nicht zu vergröſsern, bringe man den 188.
Spiegel am entferntern Ende der Nadel an, so daſs er auf- und niederwärts über die horizontale Ebene des runden oder prismatischen Magnetstabes hinausrage, und hänge den letztern in Fig.
der Mitte in einem Bügel auf, in welchem er um seine Axe 189.
umgewälzt werden kann und durch welchen die Strahlen vom Spiegel ungehindert zum Fernrohr gehn. Die Scale, einen ver- Fig.
silberten Messingstab, befestigte man am Fernrohr oder an dem 190.
Träger desselben so, daſs ihr Bild in dieses zurückfällt; die

1 Man kann auch den Träger des Fernrohrs an einem Pfosten der geöffneten Thüre und diesem gegenüber in passender Richtung die Spiegelboussole an der Mauer anbringen und so eine noch gröſsere Trennung derselben vom Beobachter erhalten. In massive Wände können ferner hölzerne oder steinerne Träger mit Gyps hinlänglich fest eingekittet werden, um das Declinatorium mit Sicherheit zu tragen.

hierzu erforderliche geringe Neigung des Spiegels kann leicht durch eine einseitige Beschwerung und Senkung des Nadel erreicht werden. Da bei solchen Anordnungen im Zimmer der Scale leicht die nöthige Helligkeit entgehn könnte, so ist erforderlich, dieselbe bei der Beobachtung durch Kerzenlicht zu beleuchten, wobei jedoch, wenn die Entfernung von der Nadel nicht grofs ist, jede Einmischung von Eisen (Weifsblech) zu vermeiden wäre.

Ueber die Nützlichkeit der Vorschläge, durch Combination mehrerer Nadeln die Veränderungen der Abweichung merkbarer zu machen, haben wir schon früher[1] ein bezweifelndes Urtheil geäufsert. Seither hat Moser[2] eine von Biot[3] angegebene Methode wieder aufgenommen, die darin besteht, dafs man der Declinationsnadel den gleichnamigen Pol eines im Meridiane liegenden nahen Magnetstabes in constanter Entfernung entgegen hält, so dafs eine Abtreibung der Nadel entsteht. Moser vergröfserte auf diesem Wege die Verrückung der Nadel ums 6- bis 7fache. Die Nadel war 8 Zoll lang und mit Hülfe eines Verniers konnte man bis auf 3 Minuten ablesen. Ihr wurde der feindliche Pol eines andern Magnets entgegengesetzt. Die Mittelpuncte der beiden Magnetstäbe waren 15 Zoll von einander entfernt. Um die so vergröfserten Aenderungen der Nadel auf ihren wahren Werth zu bringen, hat man einige Versuche dergestalt anzustellen, dafs man den festen Magnetstab um eine bestimmte Anzahl von Graden vom Meridiane abweichen macht. Es bezeichne i diese Abweichung der festen Nadel, z den Winkel, um welchen die bewegliche Nadel für ein gegebenes i vom Meridiane sich entfernt, so ist nach Moser

$$\frac{\text{Sin.}(z-i)}{\text{Sin.}\,z} = a - b\ \text{Sin.}^2\frac{z}{2} + c\ \text{Sin.}^4\frac{z}{2},$$

woraus sich die Werthe von a, b und c ableiten lassen.

Da jedoch $\text{Sin.}^4\frac{z}{2}$ bei so kleinen Winkeln, wie eine auch um 10mal vergröfserte Abweichungsänderung sie geben kann, immer unbedeutend bleibt, so kann man sich auch mit

1 S. *Abweichung*. Bd. I. S. 151.
2 Poggendorff's Ann. XX. 431.
3 Ann. de Chim. XXIV. 140.

zu 2 Gliedern beyfügen. Die beobachteten z müssen alsdann durch $\frac{1}{1-a}$ dividirt oder mit 1 — a multiplicirt werden. Moser findet für die oben angegebene Einrichtung für i = 0° den Werth von z — i = 0°

: :	2 : : : :	8 48′
: :	3′ : : : :	11 24
: :	4 : : : :	39 39
: :	5 : : : :	14 50

und daraus a = 0, 86377; b = — 5,0354 und c = 77,76 und beweist durch Vergleichung von zwanzig reducirten Resultaten mit solchen, die Dove zu gleicher Zeit an einer Gambey'schen Declinationsnadel beobachtet hatte, die Zulänglichkeit seiner Formel.

Es dürfte hier der Ort seyn, noch von einem wesentlichen Elemente der Abweichungsboussole zu sprechen, das schon seit ein Paar Jahrhunderten im Gebrauch, doch erst von [illegible] und neuerlich von Gauss in Untersuchung genommen worden ist: von der *Drehung des Fadens*, an welchem die Nadel aufgehängt wird. Was früher von Coulomb (s. *Drehwage*) in dieser Angelegenheit geschah, betraf mehr die Metalldrähte, als die biegsamen Fäden, bei welchen ihrer inneren Beschaffenheit wegen noch andere Betrachtungen in Frage kommen, als bei jenen. So hängt nach Coulomb der Widerstand, den ein Metallfaden der Drehung in seiner Axe entgegensetzt, nur von seiner Länge und seinem Durchmesser ab, wozu, wie Gauss bemerkt, noch etwa die Temperatur hinzukommt; bei vegetabilischen oder animalischen Fäden hingegen ist aufser dem Feuchtigkeitszustande auch noch das Maſs ihrer Belastung in Acht zu nehmen. So fand z. B. Gauss[1], daſs der Widerstand, den ein zusammengesetzter Seidenfaden, der 496 Grammen (nahe 1 ℔.) zu tragen hatte, der horizontalen Wirkung des Erdmagnetismus entgegensetzte, 0,00167 dieser Kraft betrug, aber auf 0,00235 anwuchs, als die Last auf 710 Grm. (nahe 1½ ℔.) vermehrt wurde. Er nahm ihn sehr nahe im geraden Verhältnisse der Belastung zu. Der Faden bestand aus 30 einfachen Fäden, war 0,8 Meter (29½ Zoll) lang und hätte nahe 1 Kilogramm getragen.

1 Intensitas vis magn. terrestris. p. 19.

Um die Torsionskraft der Seidenfäden zu prüfen, bediente sich KUPFFER[1] des Declinatoriums von GAMBEY und einer von ebendiesem Künstler verfertigten Variationsboussole für die stündlichen Bewegungen. Der Aufhängungspunct des Fadens konnte um eine beliebige Anzahl von Graden gedreht werden, die auf einer eingetheilten Scheibe gemessen wurden; dadurch wurde die unten angehängte Magnetnadel um einen gewissen kleinen Winkel vom Meridiane abgelenkt. Die Kraft, mit welcher der Erdmagnetismus die Nadel im Meridiane festzuhalten strebt, war also das Maſs zur Messung der Drehkraft des Fadens und diese kann man für die Dauer des Versuchs wohl als beständig annehmen. Anders verhält es sich mit der Richtung der Nadel selbst; diese ändert sich der Erfahrung zufolge von Stunde zu Stunde. Zu dem Ende muſs in gehöriger Entfernung von der zum Versuche bestimmten Nadel ein ähnliches Instrument aufgestellt seyn, an welchem man die eigenthümlichen Verrückungen der Nadel, die vom Erdmagnetismus herrühren, erkennt, um die Resultate der Versuchsnadel um diesen Winkel corrigiren zu können. Von den zwei Declinatorien, die KUPFFER zu Gebote standen, war das eine nach Minuten und Secunden, das andere, die Variationsboussole, in Millimeter getheilt; die am letzten angebrachten zwei Mikroskope standen um 0,4730 Meter von einander ab. Es ergab sich hieraus der Werth einer Min[illegible] = 14,54 Millim. des Mikroskops und ebendieses (oder 14[illegible] war das Ergebniſs von dreiundvierzig vergleichenden Beob[illegible] achtungen über den Gang der beiden Nadeln, die nach [illegible] Methode der kleinsten Quadrate berechnet wurden. Die e[illegible] sten sechs Versuche stellte KUPFFER mit dem eigentlichen Ga[illegible] bey'schen Declinatorium an; sie sind nach angebrachter Co[illegible] rection für die magnetische Aenderung selbst folgende.

Drehungen		7°,5	37°,5	67°,5
Ablenkung	rechts	1'5"	5'8"	9'21"
—	links	0 58	5 14	9 11
Mittel		61",5	311",0	556",0
Ablenkung f. 1° Drehung		8,19	8,32	8,24.

1 Novi Comm. Acad. Petrop. XIV. und Poggendorff's Ann. XI[illegible] 476.

Man sieht, dafs die Ablenkung sich gleich bleibt und dem [torsi]onswinkel proportional ist, sie betrug 8″,2 für jeden Grad [de]r Drehung; diese nicht geringe Wirkung ist wohl der Kürze [de]s Seidenfadens, die bei diesem Instrumente nicht über 4 Zolle [la]ng mochte, zuzuschreiben.

Die folgenden Versuche wurden mit der Variationsnadel [fü]r die stündliche Aenderung angestellt; sie waren für die

Drehung von	27°,5	57°,5	87°,5	117°,5	177°,5
[Ab]lenkung rechts Millim.	0,140	0,285	0,425	0,570	0,825
[od]er in Secunden	122	249	371	497	720
[Dr]ehung links	32°,5	62°,5	92°,5	122°,5	182°,5
[Ab]lenkung links Millim.	0,175	0,325	0,507	0,652	0,930
[in] Secunden	153	284	443	569	812

[Ma]n erhält hieraus folgende Ablenkung für 1° Drehung.

Aus	27°,5	4″,45	Aus	32°,5	4″,71
	57,5	4,34		62,5	4,55
	87,5	4,25		92,5	4,79
	117,5	4,23		122,5	4,64
	177,5	4,06		182,5	4,45

[Ko]mbinirt man diese eilf Beobachtungen nach der Methode [de]r kleinsten Quadrate, so erhält man die Ablenkung 4,37 Sec. [Di]e Drehungen links sind weniger regelmäfsig als die er[ste]n, was von der Schwierigkeit, den Einstellpunct der be[wegte]n Nadel zu schätzen, herrührt. In beiden Reihen zeigt [sich] jedoch eine Verminderung der Ablenkung bei zunehmen[de]r Drehung.

Noch sichtbarer wird dieses durch eine spätere Reihe von [Vers]uchen, die KUPFFER mit der Nadel der Variationsboussole [anste]llte und von welcher wir hier neben der ursprünglichen [vo]m Verfasser selbst auf die anfängliche Declination reducir[ten] Angabe in Millimetern noch ihre durch 60″ × 14,56 in [Sec]unden übertragenen Werthe und die Ablenkung für 1° Dre[hu]ng mittheilen.

Drehung rechts	Ablenkung in Millim.	Sec.	Ablenkg. für 1°	Drehung rechts	Ablenkg. Millim.	Sec.	Ablenkg. für 1°
6°	26,700	—	—	420°	28,329	1419″	3″,38
60	26,935	205″	3″,42	480	28,532	1598	3,34
120	27,214	448	3,34	540	28,683	1728	[illegible]
180	27,460	664	3,69	720	29,208	2184	[illegible]
240	27,764	937	3,91	540	28,633	1688	3,14
300	27,999	1134	3,78	360	28,034	1227	3,41
360	28,129	1298	3,61	180	27,422	693	3,85
				0	23,630		

Drehung links	Ablenkg. in Millim.	Sec.	Ablenkg. für 1°	Drehung links	Ablenkg. in Millim.	Sec.	Ablenkg. für 1°
0°	26,630	—	—	540°	24,609	1764	[illegible]
160	25,805	720	4,06	720	24,116	2185	[illegible]
360	25,144	1397	3,88	0	26,623	—	—

Das Mittel der Ablenkungen von 0° bis 360° ist 3″,… von 420° bis 540° inclus. 3″,21, und wenn jene Gröfsen … den Werth von 0° am Schlusse dieser Ablenkungen (26,6… bezogen werden, 3″,24; das Mittel von 360° rechts bis 3… links ist 3″,79 und das der zwei letzten Beobachtungen = 3″,16.

Nachdem der Faden einmal umgedreht worden ist, … wie auch schon die vorigen Beobachtungen zu erkennen … ben, die Ablenkung geringer; er vermag bei stärkern Dr… gen weniger Widerstand zu leisten. Durch die Drehung … also ein Theil derjenigen Kräfte, durch welche die Ger… seiner Fasern bedingt ist, wenn nicht aufgehoben, doch … eine unwirksamere Lage gebracht. Sie werden jedoch sogleich … wie die Data von 360°, 0°, 360° zeigen, wieder thätig, … bald die Drehung innerhalb der Grenze eines Umlaufs bl… Gleichwohl geht, wie die drei Beobachtungen bei 0° verrath… ein kleiner Theil wirklich ganz verloren. Es scheint, dafs … der Variationsboussole der Faden merklich länger gewesen … als bei dem Declinatorium, was auch die Zeichnung die… Instrumente, so wie sie in Biot's Précis élémentaire sich findet, an die Hand giebt; doch können wir hier über das Verhältnifs des Widerstandes nach den Längen der Fäden, weil der Verfasser diese nicht mitgetheilt hat, keine genügenden Schlüsse machen. Wenn auch diese etwelche Steifh…

Fäden auf die täglichen Aenderungen der Abweichung keinen bemerkbaren Einflufs (etwa von 1 Sec.) hat, so wäre doch eine genauere Verfolgung dieses Gegenstandes für die Lehre von der Elasticität im Allgemeinen zu wünschen, um so mehr, da dieses Element denn doch bei den ungleich gröfsern Elongationen der Schwingungen der Magnetnadel allerdings in Betracht kommt.

Inclinatorium. Die vorzüglichsten Werkzeuge für diese Art magnetischer Beobachtungen sind bereits[1] beschrieben worden. Wesentliche Verbesserungen hat dieses Instrument seitdem keine erhalten, wohl aber sind die Methoden der Beobachtung erweitert und vervollkommnet worden. Zum Geschichtlichen mag Folgendes hinzugefügt werden. Der Erfinder der Neigungsnadel, Robert Normann, hatte die Bemerkung gemacht, dafs seine wohlabgeglichenen Compafsnadeln nach dem Magnetisiren stets nach Norden sich senkten. Anfänglich half er sich mit Wachs, dafs er zur Herstellung des Gleichgewichts am südlichen Ende anklebte. Später versuchte er am Nordende ein Stück von der Nadel abzuschneiden, und als er an einer sechszolligen Nadel zufälliger Weise zuviel abschnitt, so beschlofs er vorerst durch einen wirklichen Versuch auszumitteln, wie weit er darin zu gehn habe. Die dazu nöthige Vorrichtung gab dann Gelegenheit zu einer der wichtigsten Entdeckungen für die Physik unsers Erdballs. Nach Gilbert's Ausdruck war Normann ein *„nauta peritus et ingeniosus artifex."* Er beschrieb seine Maschine in einer besondern Schrift, *the new attractive*, und sie mag von derjenigen nicht viel verschieden gewesen seyn, welche 54 Jahre später der Jesuit Cabeus[2] angiebt. An einem zarten Haare (*crine muliebri*) wird ein ovaler messingner Ring rrr, aus einer dünnen Lame bestehend, aufgehängt; er ist nach seiner Fig. 191. kleinern Axe mit zwei feinen Löchern versehn, in welche die dünnen cylindrischen Enden der Queraxe der Nadel eingehn. Eine hölzerne oder kupferne Halbkugel A trägt den

[1] S. *Inklinatorium.* Bd. V. S. 742.

[2] Philosophia magnetica, in qua magnetis natura penitus explicatur, nova etiam pyxis construitur, quae poli elevationem ubique demonstrat. Auct. Nicol. Cabeo Ferrarensi. Ferrariae 1629. fol.

vertical aufgesetzten messingnen Theilungskreis, der oben ge-
öffnet ist, um den Aufhängungsfaden durchzulassen. In der
Verlängerung des letztern befindet sich ein Loth, dessen Spitze
auf einen Punct im Boden der Schale einspielen muſs, um
sich der Verticalität zu versichern. Die sechs bis sieben Zoll
lange Nadel wird aus dem allerbesten Stahl bereitet, die Quer-
axe polirt und rechtwinklig durchgetrieben. Der Verfasser
empfiehlt die möglichste Sorgfalt im Abgleichen der Nadel, so
daſs sie vor dem Magnetisiren auf beiden Seiten gleich schwer
sey, und die möglichste Freihaltung von mitgetheiltem Ma-
gnetismus. Nachher solle man sie stark bestreichen, in dem
erwähnten Ring aufhängen, damit sie sich frei bewegen könne,
und das Ganze mit Glas bedecken. Wäre die Nadel von selbst
magnetisch geworden, so solle man sie ganz magnetisiren und
die erfolgte Neigung beobachten, dann solle man ihre Pole
umkehren und das Nämliche thun. Gäben beide Beobachtun-
gen das Nämliche, so sey die Abgleichung vollendet. Bei
ungleichen Neigungen solle man hier und dort von der Nadel
etwas wegfeilen, bis beide Enden nach öfterer Umwechselung
der Pole das gleiche Resultat gäben. Derjenige Künstler sey
ein Meister, welcher vor dem Magnetisiren eine Nadel so ab-
gleiche, daſs sie in jeder Lage stehn bleibe, doch sey dieses,
wie ihn die Erfahrung gelehrt habe, nichts unmögliches. Ca-
beus wuſste übrigens, daſs unter dem Aequator die Nadel ho-
rizontal liege, daſs aber die Neigung nicht nach der geogra-
phischen Breite fortschreite; so habe er durch öftere Versuche
in der Breite von 45° sie etwa 62° gefunden, während
sie in London in 50° Breite bis 72° betrage. Er hatte be-
im J. 1617 einem seiner Ordensbrüder auf eine Reise nach
China eine Inclinationsboussole mitgegeben, so gut er sie da-
mals zu construiren wuſste. Allein dieser starb auf der Reise.
Dennoch erfuhr er, daſs mit der Annäherung zur Linie die
nördliche Neigung immerfort abgenommen und bis zum Vor-
gebirge der guten Hoffnung die südliche immer zugenommen
habe. Von einem andern Missionär, den er im Jahr 16..
ebenfalls mit einem Instrumente dieser Art ausgerüstet hatte,
war bis damals die Antwort ausgeblieben.

Im Jahr 1668 gab Lieutaud[1] eine Vorrichtung an,

1 Vinc. Leotodi Delphinatis Magnetologia. Lugd. 1668. 4.

Musschenbroek beschreibt und die mit der eben erklärten grofse Aehnlichkeit hat. Das Inclinatorium des letztern bestand aus einem grofsen Quadranten, der auf einem hölzernen ...te von 26 Zoll Seite sich befand. Eigentlich waren es drei Quadranten oder 3 eingetheilte Gradbogen, um Nadeln von 1 bis 4 Fufs Länge anbringen zu können. Vor dem Centrum derselben befand sich ein Lager, in welchem die feinen ...en der Nadel auf zwei Glasflächen, die auch bereits von ...ius, Graham und Whiston angewendet worden waren, sich umdrehten. Aller dieser Mühe ungeachtet sind die ... diesen Instrumenten angestellten Beobachtungen von geringem Werthe und dieses Urtheil trifft noch vielmehr diejenigen, welche mit weniger genauen Apparaten in jener Zeit ... Noel, Bond, Ridley und selbst später noch von Feuillée[1], La Caille und Le Gentil gemacht worden waren.

La Caille's Inclinationsboussole bestand aus einem messingenen Ringe, den man entweder auf dem Schiffe vertical aufhängen oder am Lande mit Stellschrauben senkrecht aufrichten konnte. Dicht neben dem Aufhängungspuncte war eine ... eingravirt, um die Umwendungen des Ringes, die Lilie ...lich oder nördlich von jenem Puncte (das *face East*, *face ...t* der Engländer) zu unterscheiden. Wie die Nadel im ...rum aufgehängt war, sagt La Caille nicht; er giebt nur ..., dafs sie 6 Zoll lang und rund war, in der Mitte ¼ Linie ... und gegen die Enden spitz zulaufend, also auf jeden Fall ... schwach. Sie war übrigens durch Glasscheiben gegen ...luftzug verwahrt. Auf dem Schiffe beobachtete La Caille ... der grofsen Cajüte mit einem sehr einfachen Gestelle. Die

---

1 Feuillée beobachtete anfänglich nur mit einer vierzolligen ...sole, auf welche er einen verticalen eingetheilten Halbkreis ... setzen lassen. S. sein Journ. des Observ. phys. et astron. etc. ... p. 15. Später bestand sein Instrument aus einem flachen messingenen Ringe von 5 Zoll Durchm., welcher beim Gebrauch im Meridian aufgehängt wurde und an welchem zwei horizontale Querstreifen befestigt waren mit zwei feinen Löchern in der Mitte, bestimmt ... die der Nadel aufzunehmen. Ebend. T. II. p. 502. Le Gentil bediente sich des Inclinatoriums, das La Caille in den 50er Jahren ... seiner Reise nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung gebraucht hatte. Es scheint nicht, dafs es gut abgeglichen gewesen sey. S. ... dans les mers de l'Inde. T. II. p. 811.

Rücklehnen zweier Strohstühle wurden in einer Distanz von 1 Fuſs gegen einander gekehrt und zwischen dieselben eine Boussole auf den Boden gelegt; auf das oberste Querstück der Lehnen legte man einen Stock von Palmenholz, an welchem mittelst einer Schnur der Inclinationsring aufgehängt und in den Meridian gerichtet wurde. Wenn die Schwingungen der Nadel kleiner wurden, so nahm man das Mittel aus ihren Elongationen. So wurden die beiden Lagen des Rings (Lilie Süd, Lilie Nord) beobachtet, wobei jedoch die Boussole in 1 Fuſs Entfernung am Boden liegen blieb. Auf diese Weise konnte LA CAILLE bei ruhiger See auf dem 64 Kanonenschiffe Achilles bis auf einen halben Grad beobachten. Was ihn am meisten befremdete, war, daſs seine Nadel auf der Nordhälfte der Erdkugel in beiden Lagen so ziemlich dieselbe liche Neigung angab, hingegen auf der Südhälfte selbst bei Beobachtungen am Lande bis auf drei Grade Differenzen darbot. BERNOULLI schrieb dieses einer mangelhaften Abgleichung der Nadel zu und rieth ihm, die Neigung in verschiedenen magnetischen Azimuthen zu beobachten und die Angaben durch die Formel Cot. d. Neigung im Meridian = Cot. der Neigung im Azimuth $\times$ Cos. des Azimuths zu reduciren. LA CAILLE befolgte in Paris diesen Rath und bedauerte, auf der Reise diese Methode noch nicht gekannt zu haben[1].

Besser stimmen allerdings die auf COOK's Reisen gemachten Beobachtungen. Das dort gebrauchte Instrument war von NAIRNE nach MICHELL's Angabe verfertigt. Es unterschied sich von den frühern durch eine etwas gröſsere Dimension und durch die gröſsere Länge der Queraxe der Nadel; die Enden dieser Nadel waren konisch zugespitzt und spielten in konischen Höhlungen. Die Nadel war in der Mitte mit einem Fig. 192. Kreuze versehn, das vier an einem Schraubengang stellbare kleine Gewichte trug, um sie zu aequilibriren. Zwei derselben lagen in der Längenrichtung der Nadel, die beiden andern senkrecht auf diese. CAVENDISH gab eine sehr verwickelte Instruction über die Berichtigung der Nadel mittelst jener Gewichte[2]. Kürzer thut dieses BAYLY in folgender

1 Hist. de l'Acad. p. 1754. p. 94.

2 Astron. Observ. made on the voy. to the Northern pacific Ocean by COOK, KING and BAYLY. Lond. 1782. p. 225.

Worten: „Man entziehe der Nadel allen Magnetismus und rücke die beiden Momente, welche in der Richtung der Nadel liegen, so, daſs die Nadel horizontal liegt. Dann bringe man die Nadel in eine verticale Lage und berichtige die beiden andern Gewichte, welche auf sie senkrecht stehn. Hierauf magnetisire man die Nadel." Er selbst, so wie auch Wales, klagen sehr über dieses Kreuz, indem die geringste Drehung desselben an der Axe den Parallelismus der Gewichte mit der Nadel störe und man ganze Tage fruchtlos mit der Berichtigung zubringen könne [1].

In Beziehung auf den Durchmesser der Axe macht Hansteen die eigenthümliche Bemerkung, daſs jede Nadel, deren Axe nicht sehr dünn ist, die Neigungen zu klein angebe. Ist nämlich D der Berührungspunct, in welchem die Axe E D auf der Achatfläche A B rollend aufliegt, so muſs man die Nadel als einen gebrochnen Hebel N D S ansehn, an welchem der Arm D S gröſser ist als D N, den Fall ausgenommen, wo die Nadel horizontal steht. Durch die Umkehrung der Pole entgeht man freilich auch dieser Einwirkung. Hansteen räth an, die Nadel bloſs auf einer Schneide ruhn zu lassen; allein nicht nur würde es schwer halten, an einer soliden Axe die Schärfe der Messer vollkommen in eine Linie zu bringen, es sey denn, daſs man eine keilförmige Schneide in den Ausschnitt eines messingnen Cylinders legte, sondern es muſs auch für die Ueberlast corrigirt werden. Die gewöhnliche Auskunft, die Zapfen an ihren Enden sehr dünn zu machen, hat ihre besondern Schwierigkeiten darin, daſs einerseits so kleine Zapfen sehr leicht elliptisch werden, andererseits durch den Druck der Ausarbeitung sich einbiegen, so daſs die Enden nicht mehr gleichlaufend sind. Fig. 198.

Ein anderer Fehler kann bei langen Nadeln durch ihre Elasticität entstehn. Die Nadel, deren Enden durch die Schwere sich niedersenken, kann in allen vier Lagen das Nämliche zeigen und doch die Neigung um 5 bis 6 Grade zu klein angeben. Dieses war der Fall mit einer Nadel, die Hansteen besaſs, die 2 Fuſs Länge und 0,3 Zoll Breite hatte.

---

1 The Astron. Observ. made on the voy. to the South pole. Lond. 1777. 4. in d. Vorrede p. 51. und in den Beobachtungen 42.

Bei der gänzlichen Vernachlässigung, welche das Studium des Magnetismus am Ende des vorigen Jahrhunderts erfuhr, blieb jener Klagen ungeachtet dieses Kreuz eine Hauptausstattung der Neigungsnadeln. Für den Seegebrauch wurde die Fig. 194. Axe, statt auf Achatflächen, auf leichte Frictionsrollen A, von 3 bis 4 Zoll Durchmesser gelegt, welche, wenn sie äuſserst sorgfältig sowohl in Absicht auf Dicke oder Ueber als auch auf genaue Rundung abgeglichen sind, leicht zu schen Resultaten führen können. Sie gewähren allerdings den Schwankungen des Schiffes der Axe einen festen Anh Fig. 195. allein dieses kann auch bei einer Achatfläche AB durch feine Gabel f erreicht werden, welche den dünnen Endcy der genau umschlieſst, ohne ihn jedoch zu berühren oder klemmen.

Eine neulich von Barlow[1] beschriebene Inclinationsbo sole unterscheidet sich von derjenigen, die wir Bd. V. S. dieses Wörterbuchs vorgeschlagen haben, nur durch die behaltung des trommelförmigen messingnen Gehäuses statt nes viereckigen hölzernen Kästchens. Die Nadel spielt e falls frei auf einer blanken Achatfläche, auf welche sie d einen senkbaren Rahmen niedergelassen wird. Bei Gam Boussolen hingegen liegt die Axe in einem nahe recht ausgeschnittnen Lager einer Kerbe, was freilich die R vermehren dürfte. Das Gehäuse ist viereckig und von Beiderlei Gehäuse sind auf einem Azimuthalkreise drehbar, besonders bei den neuern Beobachtungsmethoden nicht entbehrt werden kann[2].

Wir haben schon früher[3] die Schwierigkeit der Au erwähnt, die Nadel genau in die Ebene des Theilkreis bringen und dennoch sie auf und nieder zu bewegen. G rey hilft sich dadurch, daſs er die Nadel etwas kürzer

1 Magnetism in Encyclop. Metrop. p. 768.

2 Bei Barlow's hier beschriebener Neigungsnadel hat der lungskreis nur 6 Zoll Durchmesser und seiner Erfahrung zufolge kleinere Nadeln sicherer, als gröſsere. Er spricht es als einen W aus, sie bis auf 4 Zoll heruntergebracht zu sehn; er wuſste daſs schon im Jahr 1825 Hansteen ein Inclinatorium von Dolle halten hatte, welches nur 3 Zoll im Durchmesser hielt und de sehr übereinstimmende Resultate gab. (S. Pogg. Ann. III. 409.)

3 S. *Inclinatorium*. Bd. V. S. 758.

ist der Diameter der innern Kante des Theilkreises ist; man könnte sie auch in horizontaler Lage einlegen, wenn es nicht aus andern Gründen rathsam wäre, sie in einer Neigung auf die Achate abzusetzen, die von derjenigen, welche sie nachher annimmt, wenig verschieden ist. Wir haben jener Schwierigkeit durch eine schräge Senkung des Rahmens zu entgehn gesucht. Die folgende Beschreibung eines neuen Inclinatoriums wird auch diese Aushülfe entbehrlich machen.

Eine starke, wohlgeschliffene Glastafel AA′ von 12 Zoll Länge und 11 Z. Breite bei 3 Lin. Dicke, die aufrecht in einem massiven hölzernen Fufsstück befestigt ist, macht die Hauptstütze des Instrumentes aus. Sie ist nahe in der Mitte bei C einen Zoll grofs durchbohrt, um das einfache, etwas starke Zapfenwerk eines eingetheilten Kreises DD′ aufzunehmen, der etwa 7 Zoll Durchmesser hat. Zwei ähnliche kleinere Löcher hat sie bei B und B′, um die kleinen, horizontal schwebenden Säulen BF, B′F′ aufzunehmen, welche den dicken Glasstreifen F, F′ tragen. Auf der Mitte dieses letztern ist das eine Lager für die Axe der Nadel befestigt, das andere sitzt inwendig vor der Höhlung bei C. Der bei B um seine Axe bewegliche Träger mm′ der Nadel kann nöthigenfalls so viel heruntergelassen werden, dafs er weder den Theilkreis DD′ noch die Nadel NS irgendwo decke. Diese bewegt sich also hier frei auf ihren Lagern, und es bedarf nur einer Alhidade, welche aufserhalb der Glastafel AA′ ihre Neigung nachahmt. Dieses thut das auf dem Kreise DD′ concentrisch drehbare Kreuz MM′VV′, welches bei M und M′ die Mikroskope, bei V und V′ zwei Verniers trägt, mit welchen der Neigungswinkel auf der Theilung abgelesen wird. Die Mikroskope, welche bei mäfsiger Vergröfserung ein erweitertes Gesichtsfeld haben müssen, sind mit drei Fäden versehn, auf welche und zwischen welchen die Nadel einspielt. Sollte man die Einstellung der Mikroskope aus freier Hand zu schwierig finden, so kann durch eine bei V angebrachte Mikrometerschraube die genauere Stellung der Alhidade zu Stande gebracht werden. Die Nadel selbst trägt an ihren Enden ein Loch, in welches ein Stück Messingdraht eingenietet ist. Letzteres ist mit einer feinen Oeffnung durchbohrt, die von beiden Seiten her versenkt ist, so dafs ihre Kanten in eine Schärfe zusammenfallen. Eine ganz besondere Sorgfalt erfordert

Fig. 196. u. 197.

die Lagerung der Nadel, welche mit dem Mittelpuncte d
Theilkreises zusammenfallen muſs. Sie kann in vertical
Richtung durch gemeinschaftliche Hebung und Senkung d
Lager, in horizontaler durch eine etwelche Verschiebung d
Trägers m m' bewirkt werden. Um die obere Kante d
Achate, nachdem beide durch Schleifen mit einer planen Fl
che einander parallel gemacht sind, nach allen Richtungen
nivelliren, lege man auf dieselben eine genaue Glasplatte v
egaler Dicke, gleiche diese mit einem aufgelegten Niveau v
mittelst der Stellschrauben des Gestelles vollständig ab und
chere diese Lage durch zwei rechtwinklig am gläsernen G
stelle befestigte Libellen. Ein Senkel, das an der Stelle
Nadel heruntergelassen wird[1], dient sowohl zur Berichtig
der Mikroskope, als auch des Collimationsfehlers am T
lungskreise. Man hat also hier ein Inclinatorium, bei w
chem weder Theilung noch Nadel in irgend einer Stelle v
deckt wäre und bei welcher ein schwacher localer Magne
mus des Theilkreises, von welchem nach HANSTEEN[2] s
trefflich ausgeführte Instrumente nicht immer frei sind, k
Einfluſs ausüben kann.

Der Umstand, daſs man die Stellung der Nadel durch
Glasfläche A A' hindurch beobachten muſs, kann bei der V
kommenheit der heutigen Spiegeltafeln, sowohl in Bezi
auf Reinheit des Glases und der Oberflächen, als auch
gleichförmige Dicke, und bei der Natur dieser Beobachtun
selbst, die höchstens die Genauigkeit einer Minute zu
von keinem nachtheiligen Einflusse seyn. Die Nadel ist
gehemmt in ihren Bewegungen und der Neigungswinkel
sich mit aller Ruhe und ohne Hülfe einer meist uns
Schätzung ablesen. Daſs die Nadel durch ein an die Gl
A A' angelehntes Gehäuse von Holz und Glas gegen den L
zug geschützt seyn müsse, bedarf wohl kaum einer beson
Erwähnung.

Das Fuſsstück dieses Apparats dreht sich vermittelst e
nes genauen, nicht allzukurzen Zapfens im Mittelpuncte ei
messingnen Dreifuſses, wie bei Höhenkreisen oder Theod

1 Vergl. Bd. V, Tab. XVI, Fig. 179.

2 S. HANSTEEN's Bemerkungen und Untersuchungen über versch
dene Neigungsbeussolen in POGGENDORFF's Ann. XXI. 405. u. f.

stellen, oder auch nur einer massiven Scheibe von hartem, unwandelbaren Holze, die mit drei Stellschrauben versehn ist. Ein darauf befestigter Horizontalkreis von Messing giebt mit Hülfe einer vom Gestelle ausgehenden Alhidade das Azimuth des Instruments zu erkennen. Statt einer wirklichen Eintheilung, die nur selten von Nutzen seyn möchte, ist es wohlfeiler und zweckmäfsiger, auf dem Horizontalkreise nur in Intervallen von 5, 10 oder 15 Graden kleine Vertiefungen oder Löcher einzubohren, in welche ein an der federnden Alhidade befestigter konischer Stift einzutreten hätte, wie dieses an den Theilscheiben der Uhrmacher statt findet, um vermittelst dieser Einrichtung das Instrument schärfer als durch das Einstellen eines Theilstriches in bestimmte Intervalle des Azimuthes versetzen zu können.

Zur See unterliegt der Gebrauch des Inclinatoriums aufser den Störungen, die von der Anziehung des Schiffseisens herrühren, noch besondern Schwierigkeiten, die mit den Schwankungen des Fahrzeuges im Zusammenhange stehn. Dafs bei eigentlich stürmischem Wetter von solchen Beobachtungen keine Rede seyn kann, wird jeder, der diese Schwankungen auch nur aus Beschreibungen kennt, leicht abnehmen können; aber auch bei gutem Wetter ist im freien Ocean die Bewegung des Wassers noch stark genug, um die Nadel in ungehörige Schwingungen zu versetzen. Man hat deswegen auf den Reisen von Cook und Phips den Kasten des Inclinatoriums an zwei Charnieren aufgehängt, die auf einander winkelrecht sind; allein die Kürze eines solchen Pendels bringt leicht so schnelle Schwingungen hervor, dafs sie von Zeit zu Zeit mit denjenigen des Schiffes zusammenfallen, wodurch eine Verstärkung derselben entsteht. Man mufs daher, wie bei dem Seebarometer, die Aufhängung so veranstalten, dafs die Schwingungen langsamer als die des Schiffes und mit denselben incommensurabel werden, was wohl am besten durch die von Erman[1] gebrauchte Vorrichtung erreicht wird.

Eine runde hölzerne Scheibe, grofs genug, um das Instrument zu tragen, ist nach Art der Cardan'schen Lampe zwischen zwei messingnen Ringen aufgehängt, die an einem so-

---

[1] Bericht über s. magn. Beobachtungen im russischen Asien. Berghaus Annal. d. Erd- und Völkerkunde. II. Bd. 5. Heft. 1830.

zugehörige Neigung i, drehe dann dasselbe um eine bestimmte Anzahl Grade (18 oder 20) zur Rechten und beobachte die Neigung i; ebendieses in der folgenden um 30° weiter zur Rechten liegenden Stellung. Man erhält auf diese Weise mit dem Intervall von 30° zwölf Beobachtungen, unter welchen je zwei diametral einander entgegenstehende sich befinden. Aus diesen wird das Mittel genommen, so daſs ihre Zahl auf sechs zu stehn kommt. Ein Beispiel, das wir aus der vorerwähnten Abhandlung von P. Riess entlehnen, wird dieses deutlicher machen.

Beobachtungen von Dove in Berlin, am 18. December 1831.

Azimuth	Neigung	Azimuth	Neigung	Mittel
45°	82°15′	225°	81°59′	$i = 82° 7'$
75	73 13	255	72 49,5	$i_1 = 73\ 1{,}2$
105	68 53	285	68 30	$i_2 = 68\ 41{,}5$
135	69 58	315	69 37	$i_3 = 69\ 47{,}5$
165	76 17,5	345	75 57	$i_4 = 76\ 7{,}2$
195	86 43	15	86 14,5	$i_5 = 86\ 28{,}7$

Hiermit wird also $\frac{2}{n} = \frac{4}{6}$; die Summe der Quadrate der Cotangenten für die Winkel in der letzten Columne beträgt 0,46488; der 3te Theil hiervon $0{,}15493 = \text{Cot.}^2\, I$, woraus $I = 68°\ 30',9$.

Nachdem die Pole umgewendet worden waren, erhielt man folgende Angaben.

Azimuth	Neigung	Azimuth	Neigung	Mittel
45°	82°15′,5	225°	81°37′	$i = 81°56',2$
75	73 11	255	72 40	$i_1 = 72\ 55{,}5$
105	68 47	285	68 31	$i_2 = 68\ 39$
135	69 52,5	315	69 28	$i_3 = 69\ 40{,}2$
165	76 3	345	75 48,5	$i_4 = 75\ 55{,}7$
195	86 28,5	15	86 13,5	$i_5 = 86\ 21$

Die Quadrate der Cotangenten von i, i_1, i_2 u. s. w. betragen zusammen 0,47138, dessen Drittheil $= 0{,}15713$ ist das Quadrat der Cotangente von $I' = 68°\ 22',6$. Das Mittel aus beiden Bestimmungen ist 68° 26′,75. Der Werth von ν ergiebt sich aus mehrern Bestimmungen zu 69° 12′, statt 45°

ie angenommen wurde, so dafs also das Instrument um 1° 12′ vom magnetischen Meridiane abwich. Man kann diesen Werth von w dadurch prüfen, dafs man aus demselben und der gefundenen wahren Neigung die scheinbaren Neigungen berechnet, nach der Formel Cot. i = Cot. I Cos. w, und diese mit den Beobachtungen vergleicht, wodurch man zugleich einen Mafsstab für die Genauigkeit der Beobachtungen selbst erhält.

Wir haben bisher vorausgesetzt, dafs die Neigungsnadel vor und nach dem Umkehren der Pole gleich stark, d. h. im Maximum magnetisirt worden sey. Sollten Zweifel hierüber obwalten, so darf man nur die im Meridiane gemachten Beobachtungen nach der Mayer'schen Formel[1] berechnen, da dann ihre Uebereinstimmung mit dem sonst erhaltenen Resultate jede weitere Sonderung der Beobachtungen überflüssig macht. Noch besser überzeugt man sich hiervon durch die Erfahrung, indem man die Zeiten vergleicht, in welchen die Nadel vor und nach dem Umkehren der Pole eine gegebene Zahl von Schwingungen, von gleichen Amplitüden ausgehend, vollendet. Kupffer giebt für diesen Fall eine Formel, die eine wesentliche Vervollständigung unserer Berechnungsmethoden ausmacht. Seit Mayer's Untersuchung wird nämlich mit zweierlei Neigungsnadeln beobachtet: entweder mit einer möglichst abgeglichnen Nadel, deren vier Resultate (zwei vor und zwei nach dem Umkehren der Pole) nicht viel über einen Grad aus einander liegen, oder mit einer solchen, bei welcher (eben wegen der Schwierigkeit einer vollständigen Abgleichung) in einer Linie, die senkrecht auf die Länge der Nadel geht, eine kleine Uebermaſs (ein Schräubchen oder ein Tropfen Siegellack) angebracht worden ist. Bei dieser letztern Art von Nadel findet die Mayer'sche Formel ganz eigentlich ihre Anwendung. Ist es aber dem Künstler geglückt, seine Nadel nach Länge und Breite sehr genau abzugleichen (was keineswegs unter die unmöglichen Dinge gehört), so kann man sich der *Borda'schen* Methode bedienen, welche darin besteht, aus jenen vier Angaben das arithmetische Mittel zu nehmen. Dieses ist aber nur insofern zulässig, als man voraussetzen darf, dafs die magnetische Kraft der Nadel vor und nach dem Umkehren der Pole

1 S. oben Bd. V. S. 749.

gleich grofs gewesen sey. Die Beobachtungen dann, zumal nach der Mayer'schen Formel, berechnen wollen würde zu einem höchst unsichern Resultate führen. Denn wenn wir nach der frühern Bezeichnung die zwei ersten Beobachtungen (*face East* und *face West*) durch F und f, die zwei nach dem Umkehren der Pole durch G und g ausdrücken und die Summe der Cotangenten von F und f = M, ihre Differenz = m ebenso die Summe der Cotangenten von G und g = N, ihre Differenz = n setzen, so ist nach MAYER

$$2 . \text{Cot}. I = \frac{m . N + n . M}{m + n}.$$

In diesem Fall sind F und f und ebenso G und g wenig von einander verschieden, m und n und die damit verbundenen Gröfsen werden sehr klein und hiermit der Werth von 2.Cot.I unbestimmt. Bezeichnet nun T die Zahl von Secunden, in welcher die Neigungsnadel eine bestimmte Menge von Schwingungen in der einen Lage des Instruments (z. B. *face East*), T′ diejenige in der andern Lage (*face West*) *vor* dem Umkehren der Pole vollendet, t und t′ die nämlichen Dinge *nach* demselben, so hat man nach KUPFFER[1]

$$\frac{T^2 + T'^2}{\text{Cos}. F + \text{Cos}. f} = A; \quad \frac{1}{\text{Cot}. F + \text{cot}. f} = C$$

$$\frac{t^2 + t'^2}{\text{Cos}. G + \text{Cos}. g} = B; \quad \frac{1}{\text{Cot}. G + \text{Cot}. g} = D$$

$$\tfrac{1}{2} \text{Tang}. I = \frac{AD + BC}{A + B}.$$

Hat man, was genügen mag, nur T und t beobachtet, so läfst sich die Formel noch für den Gebrauch von Logarithmen bequemer machen, nämlich

$$\frac{T^2}{\text{Cos}.\left(\frac{F+f}{2}\right)} = A; \quad \frac{\text{Sin}. F . \text{Sin}. f}{\text{Sin}. (F + f)} = C$$

$$\frac{t^2}{\text{Sin}.\left(\frac{G+g}{2}\right)} = B; \quad \frac{\text{Sin}. G . \text{Sin}. g}{\text{Sin}. (G + g)} = D$$

$$\tfrac{1}{2} \text{Tang}. I = \frac{AD + BC}{A + B}.$$

---

1 S. d. Abhandlung in Novi Comment. Acad. Sc. Petropol. T. XIV. und Poggendorff's Ann. XXIII. 483.

Als Beispiel diene hier eine Beobachtung von Kupffer vom 14. Febr. 1831. Die Nadel machte vor der Umkehrung der Pole 50 Oscillationen, von einer Elongation von 10° auf jeder Seite angefangen, in 127 Sec. und zeigte $F = 71° 21',5$, $f = 71° 47',5$. Nach Umkehrung der Pole (welche absichtlich mit schwächern Magneten bewerkstelligt wurde) machte sie dieselbe Anzahl von Schwingungen in 156 Sec. und zeigte $G = 70° 29'$ und $g = 71° 9',5$. Man erhielt hieraus durch Rechnung $I = 71° 16',5$; das arithmetische Mittel gab $= 71° 11',9$. Als man nachher die Nadel mit den umgekehrten Polen ebenso kräftig magnetisirte, wie sie in der ersten Beobachtungsreihe gewesen war, d. h. so, daſs sie 50 Schwingungen ebenfalls in 127 Sec. machte, gab sie eine Neigung von 70° 58',4 im Mittel aus beiden Stellungen, welches mit dem Mittel der beiden ersten Beobachtungen 71° 34',5 combinirt gerade 71° 16',4 giebt.

Aus dem Bisherigen ergiebt sich, daſs eine genau abgeglichene Nadel das bequemste Werkzeug für die Messung der Inclination ist, indem man nicht nur im Meridiane die Resultate nach der Borda'schen Methode ohne alle Rechnung erhält, sondern dieselben auch durch Beobachtungen auſserhalb des Meridians so zu sagen ins Unendliche vermehren kann. Daſs es möglich sey, solche Nadeln zu verfertigen, beweisen auſser den Beobachtungen von Kupffer[1] unter andern auch diejenigen von Barlow mit einem Inclinatorium von T. und W. Gilbert, bei welchem in vierzig Angaben nur eine um [illegible], die übrigen meist nur um 4 und 6 Min. vom Mittel abwichen. Doch giebt es zuweilen Nadeln (z. B. die von Gambey verfertigte Nadel A in Kupffer's Inclinatorium), die immer um ein Paar Minuten von der Wahrheit abweichen, was vermuthlich einer Ungleichförmigkeit des Stahls zuzuschreiben ist. Von groſsem Einfluſs ist auch die zuweilen etwas elliptische Gestalt der Zapfen, auf welchen die Nadel spielt. Zur Prüfung derselben muſs nach Hansteen die Nadel so eingerichtet seyn, daſs man der Axe eine Drehung von 90° in derselben geben kann. Wo dieses nicht angeht, bringe man nach [illegible] in der Breitenrichtung der Nadel einen Tropfen Sie-

1 Poggendorff's Ann. XXIII. 449. und N. Comm. Petrop. T. I.

gellack an, beobachte nach der Mayer'schen Methode und vermindere dann den Tropfen so lange, bis die Indicationen der Nadel um 90° von den vorigen abweichen. Die Verschiedenheit der Resultate giebt den Fehler der Axe zu erkennen.

Ist eine Nadel so wenig genau abgeglichen, daſs ihre vie Angaben nicht innerhalb der Grenzen von ein Paar Graden bleiben, so ist es besser, in der Richtung, die senkrecht auf ihre Länge ist, ein kleines Schräubchen oder auch nur einen fest anklebenden Tropfen Siegellack anzubringen und dann alle Beobachtungen nach der Mayer'schen Methode zu berechnen. Man kann dann auch durch mehrere Beobachtungen nach Schmidt's[1] Vorschlage den Winkel η, welcher vom Centrum der Nadel aus die Richtung des Schwerpuncts mit ihrer Länge macht, bestimmen, wodurch man wenigstens für denselben Beobachtungsort der Umkehrung der Pole überhoben wird.

Die bereits[2] angeführte Methode, durch die Zeiten, in welchen die Nadel in zwei oder drei auf einander senkrechten Ebenen eine gewisse Zahl von Schwingungen vollendet, die magnetische Neigung zu finden, hat, da sie bis dahin nur für eine theoretische Idee galt, in neuerer Zeit durch Quetelet eine praktische Benützung erhalten[3]. Es ist nämlich, wenn m die Schwingungszeit der Nadel in der Ebene des magnetischen Meridians, p diejenige in der Richtung von Ost und West, und h die Zeit einer gleichen Anzahl horizontaler Schwingungen bezeichnet,

$$\frac{m^2}{p^2} = \text{Sin.I}, \quad \frac{m^2}{h^2} = \text{Cos. I} \quad \text{und} \quad \frac{h^2}{p^2} = \text{Tang. I.}$$

Die erstere dieser Formeln eignet sich für geringe, die zweite für die stärkern magnetischen Neigungen, die dritte ist in allen Breiten brauchbar. Die Schwingungszeiten müssen aber mit groſser Genauigkeit gemessen werden, die Uhr muſs aber während der Beobachtungen einen völlig gleichförmigen Gang halten, die Zahl der Schwünge darf nicht zu klein und ihr

1 G. LXIII. 1. Vergl. oben Bd. V. S. 751.

2 S. Bd. V. S. 754.

3 Bibl. Univ. Vol. XLVII. p. 225. Eine noch frühere Anwendung machte Rümker auf seiner Reise nach Paramatta. S. Schumacher astron. Nachr.

mplitüde nicht sehr grofs, überhaupt nicht von ungleicher
usdehnung seyn. Von der Genauigkeit dieser Methode zeu-
n folgende Beobachtungen von QUETELET im Dec. 1830.

Dauer von 10 Schwingungen.

Horizontal.	Im Merid.	Horiz. Intensität.	Neigung
43",40	25",85	0,3548	69° 13',3
43,46	25,83	0,3532	= 18,2
42,53	25,25	0,3525	= 21,7
41,83	24,93	0,3552	= 11,7
43,55	25,96	0,3553	= 11,2
41,90	24,72	0,3481	= 36,4
41,50	24,75	0,3556	= 10,0
41,46	24,58	0,3515	= 25,3
41,48	24,52	0,3494	= 32,8
	Mittel	0,3528	69° 20',0.

Man kann sich den Apparat zu diesen Versuchen ziemlich
ach anfertigen. Ein viereckiger Rahmen von Holz, etwa 6
ll in Kanten, dessen Wände 2 Zoll breit und ein Paar Li-
ien dick sind, enthält das messingne Gestell mit den Achaten,
f welchen die Axe einer fünfzolligen Nadel spielt, nebst der
ben beschriebnen Auslösung. Dieser Rahmen ist durch zwei
platische starke Glastafeln verschlossen und wird auf ein
gleiches Bretchen gesetzt, das mit drei Stellschrauben nivel-
t werden kann. So dient es für die Schwingungen der
del in verticaler Stellung. Will man die horizontalen
hwingungen beobachten, so legt man den Rahmen so auf
s Bretchen um, dafs die Glastafeln horizontal liegen, und
hraubt in die eine derselben, die nahe in der Mitte durch-
hrt und mit einem messingnen Gewinde versehn ist, die
Röhre ein, welche den Seidenfaden enthält. Das untere
de dieses letztern ist an einer kleinen Hülse befestigt, wel-
e entweder auf die Queraxe der Nadel aufgesteckt oder,
nn die Axe herausgenommen werden kann, statt ihrer in die
del eingesteckt wird. Dafs der Seidenfaden die Achatlager
ht berühren darf, mithin das Loch in der Glastafel etwas
serhalb ihrer Mitte sich befinden mufs, wird jeder einsichtige
nstler sogleich bemerken.

Die Beobachtung der stündlichen Aenderung der Neigung
fordert jedenfalls Vorrichtungen, die in einem gröfsern Mafs-

stabe ausgeführt sind, als die gewöhnlichen Inclinatorien. PFER erwähnt eines solchen Instruments, das er nach Idee durch GAMBEY ausführen liefs und von dem er ein ständige Beschreibung später zu geben verspricht. merkt nur, dafs die Nadel auf der Schärfe eines drei Prisma's ruhe und an ihren Enden zwei der Länge nach gespannte Fäden trage, auf welche durch zwei unwan befestigte Mikroskope visirt wird. Die einfachste Vorri möchte wohl folgende seyn. Auf einem steinernen

Fig. 198. mente oder einer soliden, wohlgelegnen Fensterbank wi messingne Säule aufgepflanzt, welche durch Stellsch vertical gestellt werden kann. An dieser ist das durchb Lineal AB befestigt, das an seinem Ende die Mikrosk und B trägt; es kann zu gröfserer Solidität bei A mit Fufsstück des Instruments in Verbindung gesetzt werden. ter diesem Lineal entweder an der nämlichen Säule auf oder auf einem besondern Gestelle ruhend befindet Kästchen mit der Nadel. Eine an der Säule angebra belle sichert ihren unveränderten Stand, so wie es Abweichungsboussole das Versicherungsfernrohr thut.

d) *Intensitätsmessungen.*

Dafs die magnetische Kraft der Erde durch die gungszeiten einer Magnetnadel sich messen lasse, fleifsigen Forschern vom Anfang des vorigen Jahrh WHISTON, GRAHAM und MUSSCHENBROEK[1], keinesw bekannt geblieben. Sie scheinen dazu durch die Oscil des Inclinatoriums veranlafst worden zu seyn, d Schwingungen der horizontalen Nadel ist bei ihnen k de; sie vermieden es, sich damit zu beschäftigen, w Nadel in dieser Lage nur von einem Theile des Erdma mus sollicitirt wird. Einzig MUSSCHENBROEK hat mit d weichungsnadel einige Versuche angestellt, um dara den Einflufs, welchen die Länge und Masse der Na die dirigirende Kraft hat, einige Bestimmungen abzu Diese Idee scheint auch noch bis auf die neuern Zeiten gewaltet zu haben; denn die ersten Beobachtungen, w zur Bestimmung der magnetischen Intensität an versch

---

1 Philos. Trans. N. 389. und Musschenbroek Diss. p. 207.

2 A. a. O. p. 239.

Orten der Erde gemacht worden sind, nämlich diejenigen, welche Rossel in der Expedition von Dentre Casteaux, vermuthlich auf Borda's Betreiben, anstellte, beziehn sich, so wie die frühern von Humboldt, vornehmlich auf die Neigungsnadel. Die bedeutende Reibung, welcher diese letztere ausgesetzt ist, macht sie jedoch zu diesem Versuche weniger tauglich, und die horizontale Nadel ersetzt durch die lange Dauer ihrer Bewegung und die gröfsere Gleichförmigkeit ihrer Schwingungszeiten reichlich dasjenige, was ihr an directem Einflufs der magnetischen Kraft abgeht. Bei jener ist man, um nur eine mäfsige Zahl von Schwingungen zusammennehmen zu können, genöthigt, mit grofsen Elongationen anzufangen, deren Reduction auf unendlich kleine Schwingungsbogen bedeutend und auch für Beobachtung und Rechnung mühsam wird. So fand schon Graham im J. 1723, dafs die 50 ersten Schwingungen seiner 12 Zoll langen Inclinationsnadel 174, die 50 letzten nur 150 Sec. erforderten, obgleich er erst mit einem Elongationswinkel von 10° anfing. Dagegen gestattet die Aufhängung der Nadel an einem feinen Seidenfaden, selbst von der Elongation von 10° an, noch einige hundert Beobachtungen, ehe die Nadel zur Ruhe kommt, und die Reduction für Schwingungsweiten, die diese Grenze nicht übersteigen, beträgt noch kein Hunderttheil einer Schwingungszeit.

Die in neuerer Zeit gemachten Vorschläge zur Anstellung der Intensitätsversuche beziehn sich auch sämmtlich auf die Schwingungen der horizontalen Nadel. Hansteen, der sich um die Förderung dieser Beobachtungen ein vorzügliches Verdienst erworben hat, war vornehmlich darauf bedacht, den Apparat so einzurichten, dafs er bei einem sehr geringen Raume dennoch eine hinreichende Genauigkeit darböte. Zu dieser Reduction mufste auch die Ueberzeugung leiten, dafs kleinere Nadeln sich leichter im gehörigen Mafse härten lassen, als gröfsere, was für die Beibehaltung eines unveränderlichen Magnetismus wesentlich ist. Hansteen's[1] Vorrichtung besteht in einem Kästchen von Mahagoniholz von 5,5 par. Zoll Länge, Fig. 3,5 Z. Breite und 2 Z. Höhe. Die beiden Seidenwände A F 199 und DK sind durchbrochen und enthalten ein Glasfenster zur

1 Poggendorff's Ann. III. 223.

Erhellung des Kästchens. Oben sind sie mit einer Nute versehn, in welche die drei Theile des Deckels sich einschieben lassen. Die beiden äufsern O und N haben eine Scheibe von Spiegelglas; das mittlere Stück P ist im Centrum durchbohrt, um einen Ring von Messing oder Buchsbaum aufzunehmen, in welchen die Glasröhre für den Faden eingeschraubt wird. Man giebt dieser eine solche Länge, daſs sie entweder ganz oder aus zwei Stücken bestehend sich in dem Kasten verwahren läſst. Zur horizontalen Stellung des letztern dienen drei Fuſsschrauben, und die Nivellirung wird nicht durch eine Libelle, sondern so berichtigt, daſs die gegenüberstehenden Enden der Nadel auf die im Boden des Kästchens auf weiſsem Papier gezogenen Kreise und correspondirenden Theilstriche genau einspielen.

Die Nadeln, welche Hansteen anwandte, waren glasharte Cylinder von englischem Stahl, 34 par. Linien lang, mit flach abgeschnittenen Enden; ein solcher wurde in eine umsingne Hülse geschoben, in deren obern Theil ein Haken von dünnem Messingdraht eingriff; statt der Hülse kann auch ein genau umschlieſsender Draht dienen. Der Seidenfaden geht im Deckel der Röhre durch eine feine Oeffnung und von da bis zum kleinen Cylinder a b, um welchen er geschlungen und durch Umdrehung des Cylinders um seine Axe auf- oder abgewunden wird. Die Oeffnung muſs glatt ausgerieben seyn und keine scharfen Kanten darbieten, die sonst den Faden zerschneiden würden. Durch Drehung der kleinen Rolle regulirt man die Höhe der Nadel im Kästchen dergestalt, daſs sie vom Deckel und Boden gleichweit entfernt ist, indem eine zu groſse Nähe am Boden durch die Reibung der Luft die Schwingungen hindern würde.

Da es zumal für reisende Beobachter wesentlich ist, im Freien die Versuche anzustellen, so bedarf man eines Statives, um Kästchen sowohl als auch Uhr ablegen zu können. Hierzu genügt jeder etwas solide und nicht zu sehr gegen die Horizontalfläche geneigte Tisch; bequemer ist es jedoch, ein für diesen Zweck geeignetes Stativ in Anwendung zu bringen. Ein solches läſst sich bekanntlich auch für den Transport leicht bequem herstellen, wenn man den zur Unterstützung dienenden Dreifuſs so einrichtet, daſs er sich zu einem Stocke zusammenlegen läſst. Da ferner das eigentliche Tischchen, d

Menselbret, nicht eben grofs seyn mufs, so kann dieses auf dem Stiele einer Kugel befestigt werden, die in dem Kopf des Stativs nach allen Richtungen drehbar eingelassen ist, um vermittelst geeigneter Schrauben das Bretchen selbst horizontal zu richten und der Stellschrauben am Kästchen des magnetischen Apparats überhoben zu seyn. Eine Hauptsache hierbei ist, hinlängliche Leichtigkeit, des bequemeren Transportes wegen, mit der gehörigen Festigkeit zu vereinigen, damit nicht die schwingende Nadel durch Schwankungen des Stativs gestört werde; auch versteht sich von selbst, dafs die Anwesenheit von Eisen oder Stahl sorgfältig zu vermeiden sey.

Es ist bereits bei den Instrumenten für die magnetische Abweichung der vorzüglichen, bei Beobachtungen dieser Art zu erwartenden Genauigkeit erwähnt worden, welche Gauss durch die Vergröfserung der Nadeln an Länge und Masse zuwege gebracht hat; derselbe Vortheil findet auch bei den Schwingungen statt. Schwere Nadeln sind schon durch ihr Gewichtsverhältnifs besser vermögend, den Widerstand der Luft zu überwältigen, und ihre überwiegend gröfsere magnetische Kraft giebt ihnen auch das Vermögen, kleine Widerstände, wie diejenigen, die von der Drehung des Fadens, von Luftströmungen, unbemerkten Erschütterungen u. dgl. herrühren, besser zu überwinden. Der Physiker also, der die magnetische Intensität seines Wohnortes und etwa die monatlichen, täglichen und stündlichen Aenderungen derselben bestimmen will, wird vorzugsweise sich gewichtigerer Nadeln bedienen. Für reisende Beobachter hingegen möchten solche Nadeln genügen, deren Gewicht die Tragkraft eines einfachen Seidenfadens nicht völlig erreicht (von 1 bis 2 Loth); sie können also unbedenklich sieben- bis achtmal schwerer seyn, als die Hansteen'schen, die kaum 3 bis 4 Grammen wogen, auch ist es der gröfsern Oberfläche und des stärkern Magnetismus wegen rathsam, ihnen nicht cylindrische Form, sondern diejenige eines Parallelepipedums zu geben. Ueber ihre anderweitige Beschaffenheit ist bereits an verschiedenen Stellen dieses Artikels das Nöthige gesagt worden. Nur eins bringen wir als unerläfslich in Erinnerung: grofse Härte, vollständige Magnetisirung durch den Doppelstrich, überhaupt dauerhafte möglichst ungeschwächte magnetische Kraft. Dazu wird ohne

Zweifel erfordert, dafs die Nadel, ehe man ihre Kraft bestimmt, einmal in eine Temperatur gebracht werde, welche diejenige, welcher sie sonst ausgesetzt seyn könnte, bedeutend übertrifft; doch soll diese weit von dem Puncte entfernt seyn, der irgend eine Abnahme der Härtung herbeiführen könnte. Am besten ist es, aus mehrern Nadeln diejenige zu wählen, welche durch eine Erfahrung von mehrern Jahren die Unveränderlichkeit ihres Magnetismus bewährt hat. Hansteen's berühmter Cylinder von Dollond ist in dieser Beziehung schon mehrmals erwähnt worden.

Bei den Beobachtungen selbst hat man sich bisher an die auch von Hansteen empfohlene Methode gehalten, nämlich die Schwingungen von ihrer östlichen oder westlichen Elongation an zu zählen. Dieses hat jedoch zweierlei Nachtheile: erstlich mufs das Auge die Gesichtslinie, die zur Vermeidung von Parallaxe stets senkrecht auf das Kästchen gerichtet seyn mufs, mit der Abnahme der Schwingungsweiten beständig versetzen; zweitens tritt beim Umkehren der Oscillation jedesmal ein momentanes Stillstehn der Nadel ein, das besonders bei kleinen Schwingungen von den unmerklichen Bewegungen der Nadel sich nicht sattsam unterscheidet, wodurch das zu bestimmende Zeitmoment sehr unsicher wird. Ungleich vorzüglicher ist daher der von Gauss gemachte Vorschlag, das anzugebende Zeitmoment auf diejenige Lage der Nadel zu fixiren, wenn dieselbe eben den Meridian durchzieht. Nicht nur ist da die Bewegung am gröfsten, also auch bei kleinen Schwingungen noch lebhafter, als in den Elongationen, nicht nur kann das Auge des Beobachters seinen unverrückten Stand beibehalten, sondern er erhält noch den Vortheil, welcher den Astronomen bei Beobachtungen am Passageninstrumente so sehr zu statten kommt, nämlich der, die Zeit durch den Raum zu messen und zu theilen. Vergleicht nämlich das Auge die Abstände, in welchen die Nadel in zwei auf einander folgenden Secundenschlägen zur Linken und zur Rechten vom Meridian sich befindet, so giebt die relative Gröfse dieser Bogen, nach Zehntheilen des Ganzen ausgedrückt, die schärfste Abtheilung der Zeitsecunde an die Hand und man wird in ungleich kürzerer Zeit und mit vielen kleinern Schwingungsbogen die gesuchte Genauigkeit, mit welcher eine Schwingungszeit bestimmt werden soll, erreicht haben.

Ein wesentlicher Theil dieser Genauigkeit liegt ferner in der Richtigkeit der Zeitangabe selbst. Nicht nur müssen die Schwingungszeiten in richtiger mittlerer Sonnen- oder Sternzeit angegeben werden, sondern man muſs auch im Stande seyn, die Grenze jeder Secunde scharf zu bestimmen. Wer daher solche Beobachtungen anstellen will, muſs entweder mit einem vorzüglichen Chronometer oder einer guten Pendeluhr versehn seyn; er muſs ihren Gang durch astronomische Beobachtungen bestimmen und die Uhr, nach welcher er zählt, muſs nicht, wie so viele Chronometer thun, Bruchtheile von Schlägen auf die Secunde, z. B. 5, 7 oder 9 Schläge auf 2 Sec., machen. Man hat schon seine Noth, wenn sie nur eine ungerade Zahl von Schlägen, 3, 5 oder 7 in der Secunde, macht. Von einem Gehülfen die Secunden sich zählen zu lassen hieſse die ganze Genauigkeit zum voraus aufgeben, die man zu erreichen strebt. Hansteen zeigt zwar, wie man auch mit den Chronometern durch Abzählung der Schläge die erforderliche Genauigkeit erreichen könne; allein das Verfahren ist immer sehr schwierig und das Bequemste ist ein guter Secundenzähler[1], den man vor und nach der Beobachtung mit einer gut organisirten Pendeluhr oder einem vorzüglichen Chronometer vergleicht. Reisenden, welche diese Hülfsmittel nicht mitführen können, möchten wir rathen, wenigstens ein Halbsecundenpendel von solider, unveränderlicher Construction mit einem leichten Zählerwerk, das nur 60 Minuten nebst den Secunden anzeigt, mitzunehmen. In Europa könnten sie dieses Werk auf jeder Sternwarte vergleichen und bei bekannter Abplattung der Erde und der thermometrischen Ausdehnung des invariabeln Pendels könnte man auch für jede Stelle der Erde seinen Gang mit genügender Sicherheit ausmitteln und darnach die Beobachtungen corrigiren.

Bei den Beobachtungen selbst befolgt man am besten das von Hansteen angewiesene Verfahren. Man suche zuerst die Zeit einer Schwingung inne zu werden; sodann bemerke man den Moment, wo die Nadelspitze von der Linken zur Rechten durch den Meridian fliegt, zähle dabei Null und no-

---

1 Der ausgezeichnete Mechanicus Buzengeiger in Tübingen verfertigt tragbare Zähler mit Unruhe, in Gestalt von *Box Chronometern*, die in einzelnen Secunden schwingen und einen sehr lauten Schlag haben.

tire augenblicklich und nothdürftig die beobachtete Secunde und Zehntel. Man wird hierzu so eben Zeit haben, um die Nadel noch zu verfolgen; wenn sie zum zweitenmal von der Linken zur Rechten durch den Meridian geht, dann zähle man zwei. Man lasse sie nun zurückkehren und erwarte den Augenblick, wo sie wieder von der Linken herkommend im Meridian erscheint, dann zähle man vier. So fahre man fort mit sechs und acht. So wie man acht ausgesprochen hat, sehe man schnell nach der Uhr und zähle nach Schätzung in Gedanken fort, bis der zehnte Durchflug der Nadel von der Linken zur Rechten statt gefunden hat, und bestimme, so scharf man kann, diesen Moment nach Secunden und Zehntheilen. Die erste Beobachtung hiervon abgezogen giebt die Dauer von 10 Schwingungen mit ziemlicher Genauigkeit. Jetzt erst beginne man die eigentliche Beobachtungsreihe und warte so lange, daſs man den Anfang der Zählung auf den Anfang einer Minute, d. h. auf die Secunden 1, 2, 3 legen kann. Es ist nicht schwer, zu so kleinen Zahlen das gefundene Intervall von zehn Schwingungen zu addiren, um die Secunde zum voraus zu wissen, in welcher die zehnte Schwingung erfolgt, deren Moment man aufs Genaueste notirt. Man kann dann zwischenein durch successives Addiren des Intervalls sich eine kleine Tafel construiren, in welcher die Secunden bemerkt sind, da man acht zu geben hat. Zwischenein versäume man es nicht, auch auf die Schwingungsweite sein Augenmerk zu richten und die Grade derselben nebst der Zeit zu notiren.

Man kann diese Beobachtungen auf folgende Weise aufzeichnen.

Stahlcylinder No. 4. 24. Nov. 1831. Vorm. um 9 Uhr. Th. 10°,5 R.

No.	E	O	Diff.	E	100	Diff.	E	200	Diff.	E	300	Diff.
0	15°	9′,0			11′,7			14′,3		5°,5	16′,0	
10		39,7	30,7		42,0	30,3		44,7	30,4		46,3	30,3
20	14	10,2	30,5	10°	11,0	30,0	7°	14,5	29,8	5°	16,5	30,2
30		40,3	30,1		42,0	30,0		44,3	29,8		46,7	30,2
40		10,7	30,4		12,3	30,3		14,7	30,4		16,8	30,1
50	13	40,8	30,1	9	42,7	30,4		45,0	30,3		47,0	30,2
60		11,0	30,2		13,2	30,5		15,4	30,4		17,2	30,2
70	[illegible]	41,2	30,3	8	43,5	30,3	6°	45,6	30,2	4°	47,3	30,1
80	11	11,3	30,1		13,8	30,3		16,0	30,4		17,6	30,3
90		41,2	29,9		44,0	30,2		46,2	30,2		47,8	30,2
			30,5			30,3			29,8		18,1	30,3
100 Schw.	...	..	302,7	..	...	302,6	..	...	301,7	..	...	302,1

Die ganze Dauer der Beobachtungen betrug 20 Minuten. Inzwischen hatte der Zähler gegen eine Sideraluhr, die in 24 Stunden 0'',6 voreilte, 4 Sec. während 34 Min. verloren; dieses giebt für eine Min. 0'',48 und für 303 Sec. die Correction + 0'',596; für die Reduction der Sternzeit auf mittlere Sonnenzeit hat man — 0'',82. Außer diesen Verbesserungen hat man noch diejenigen für Drehung des Fadens, für die Reduction auf unendlich kleine Schwingungen und auf die Normaltemperatur bei den Beobachtungen anzubringen[1].

Durch die erste dieser Einwirkungen, den Widerstand, den die Steifheit des Fadens der Drehung entgegensetzt, wird die Geschwindigkeit der Nadel vermehrt, also die Schwingungszeit vermindert. Die leichteste Art, die hiervon abhängige Correction zu finden, ist nach Hansteen diejenige, an dem Apparate an dem nämlichen Faden statt des magnetischen Cylinders einen Messingcylinder von gleicher Länge und Gewicht aufzuhängen und die Zeit von 10 oder 100 Schwingungen zu beobachten, welche dieser allein mittelst der Torsionskraft ausübt[2]. Durch Vergleichung der Schwingungszeit des magnetischen und des Messingcylinders findet man den Verhältnifsexponenten zwischen dem Momente der Torsion und des Magnetismus. Setzt man diesen = b (das Moment des Magnetismus als Einheit betrachtet) und die beobachtete Zeit von n Schwingungen der Magnetnadel mit Torsion = T', ohne Torsion = T, so ist $T = T' (1 + \frac{1}{2} b)$. Offenbar ist b im geraden Verhältnisse der Steifheit des Fadens und im umgekehrten seiner Länge und des horizontalen Theils der magnetischen Kraft, die am Orte der Beobachtung statt findet. Für denselben Faden kann man also, wenn b für einen gewissen Werth von T' gefunden ist, eine Tafel der Correctionen anderer Werthe von T' von 10 zu 10 Sec. berechnen. Sobald jedoch ein neuer Faden in den Apparat eingesetzt wird, muß die Probe mit dem Messingcylinder wiederholt werden. Für einen einzelnen Seidenfaden bei geringer Belastung ist die

1 Hansteen räth an, die Differenzen für Intervalle von 100 Schwingungen, also zwischen 0 zu 100, zwischen 10 und 110 u. s. w. zu nehmen. Unsere Methode giebt die Fehler der einzelnen Beobachtungen besser zu erkennen.

2 Schumacher astron. Nachr. IX. 304.

rection zwar gering, aber bei genauen Bestimmungen keineswegs zu vernachlässigen. HANSTEEN fand in Christiania n Versuchen mit drei verschiedenen Fäden, einem zweifachen, einem dreifachen und einem zwanzigfachen, die Werthe von b=0,0000428; 0,0001006 und 0,0023470; diese geben für T=816 Sec. (der Zeit von 300 Schwingungen) die Correctionen 0,02; 0,04 und 0,90 Sec. Man sieht, dafs die Steifheit n einem stärkern Verhältnifs, als demjenigen der Zahl von Fäden zunimmt, was vielleicht auch dem Umstande zuzuschreiben ist, das HANSTEEN seine Fäden zusammengeklebt hat, wo die Steifheit der klebenden Substanz selbst zu derjenigen der Fäden hinzukommt, was überdem der Feuchtigkeit und Temperatur der Luft einen bedeutenden Einflufs auf den Werth von b einräumt. Für einfache Fäden ist bei 100 Schwingungen die Correction als verschwindend zu betrachten. Ungleich bedeutender ist die *Reduction auf unendlich kleine Schwingungen*, besonders wenn man mit leichten und schweren Cylindern beobachtet und das Zeitmoment am Ende der Schwingung und nicht in ihrer Mitte bestimmt. Das frühe Aufhören einer merkbaren Bewegung nöthigt alsdann den Beobachter, bei allzugrofsen Elongationen anzufangen, und da die Differenz der Schwingungszeiten am Anfang und am Ende des Versuchs dem Quadrate der anfänglichen Elongation proportional ist, so mufs die hierauf bezügliche Correction allerdings bedeutend werden. Besonders war dieses der Fall bei den frühern Intensitätsbeobachtungen, zu welchen nur die Schwingungen der Inclinationsnadel benutzt wurden. So setzte MUSCHENBROEK seine 4 Fufs lange Nadel in einer Elongation von nur 5 Graden in Bewegung, dennoch fanden die ersten 10 Schwingungen in 212 Sec., die 10 folgenden in 192 und die 10 spätern in 174 Sec. statt. Aehnliche Unterschiede bis 30 Sec. geben auch die kürzern Nadeln und ebendieses erfuhr auch GRAHAM bei seinen Schwingungsversuchen. Selbst bei HANSTEEN's horizontalen Schwingungen ergab sich ein Unterschied von $2\frac{1}{4}$ Sec. in der Dauer von 150 Schwingungen, wenn bei einer Elongation von 30 Graden angefangen wurde, da hingegen die genauere Methode von GAUSS es gestattete, mit Ausweichungen von 1° oder selbst nur 30 Min. die Schwingungen zu beginnen, so dafs der Widerstand der Luft bei der grofsen Schwere der Nadeln eine nur

unmerkliche Schwächung des Schwingungsbogens hervorbrachte.

Nach der Theorie des Pendels ist, wenn t' die Zeit einer Schwingung durch den Bogen 2 e (e = Elongationswinkel), t diejenige einer unendlich kleinen Schwingung bezeichnet,

$$t' = t\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 . \text{Sin.}^2 \frac{e}{2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 . \text{Sin.}^4 \frac{e}{2} + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 . \text{Sin.}^6 \frac{e}{2} + \ldots\right].$$

Man hätte demzufolge bei jeder Schwingung auch die Elongation anzugeben und nach dieser sie auf die Zeit der kleinsten Oscillation zu reduciren. Man könnte sich auch damit begnügen, je in der Mitte der Zeit von 10 Schwingungen den Grad der Ausweichung zu notiren. Fängt man, was genügend ist, um in einer Reihe 300 Schwingungen zu erhalten, mit einer Elongation von 20° an, so wird das dritte Glied $\frac{25}{256}$ Sin.$^6 \frac{e}{2} = 0{,}000156$, was für die Zeit von 10 Schwingungen selbst bei den schwerern Nadeln von 1 Fuss Länge, wie sie Gauss gebrauchte und die 17,3 Sec. zu einer Schwingung bedurften, nur 0,027 Sec. auf die Dauer von 10 Schwingungen ausmacht. Dieses ist also aufser Acht zu lassen und man darf sich auf die beiden Glieder $\frac{1}{4}$ Sin.$^2 \frac{e}{2} + \frac{9}{64}$ Sin.$^4 \frac{e}{2}$ beschränken. Ihre Werthe sind für die 20 ersten Grade von e in folgender Tafel enthalten.

e	factor	e	factor	e	factor	e	factor
20°	0,00767	15°	0,00430	10°	0,00191	5°	0,00047
19	691	14	374	9	155	4	30
18	619	13	322	8	122	3	17
17	552	12	275	7	093	2	07
16	489	11	331	6	068	1	01

Mittelst dieser Werthe hätte man je nach beobachteter mittlerer Elongation von 10 Schwingungen die Schwingungszeit zu corrigiren. Man kann auch für eine gegebene Nadel in den meisten Fällen, wo die Ortsveränderung nicht bedeutend ist, sogleich die Correctionstafel berechnen, indem für kleinere Nadeln die zu 10 Oscillationen gehörige Correction nur

Paar Hundertelsecunden sich ändert, die in der Beobachtung selbst nicht zu erreichen sind.

Um jedoch auch dieser einzelnen Correctionen überhoben seyn und die Verbesserung sogleich an einem ganzen Hundert von Schwingungen in gehöriger Schärfe anbringen zu können, nimmt HANSTEEN die durch die Theorie angegebene und durch die Erfahrung bestätigte Idee zu Hülfe, dafs die einander folgenden Elongationen eine geometrische Reihe bilden, deren successive Glieder in einander dividirt einen gleichen Quotienten geben. Hat man nun die Elongation am Anfang und am Ende von n Schwingungen mit Genauigkeit beobachtet, so findet man bekanntlich diesen Quotienten m aus der Formel

$$\text{Log. } m = \frac{\text{Log. }(e_n) - \text{Log. }(e_0)}{n} \;\ldots\ldots\; (I)$$

und die Elongationen bilden folgende Reihe:

$e, me, m^2e, m^3e \ldots\, m^{n-1}e$; die oben aufgestellte Formel wird demnach, wenn wir uns mit zwei Gliedern begnügen, was zulässig ist,

$$= \left[1 + \tfrac{1}{4}\left(\text{Sin.}^2\frac{e}{2} + \text{Sin.}^2\frac{me}{2} + \text{Sin.}^2 m^2e + \ldots + \text{Sin.}^2\frac{m^{n-1}e}{2}\right)\right.$$

$$\left. + \tfrac{9}{64}\left(\text{Sin.}^4\frac{e}{2} + \text{Sin.}^4\frac{me}{2} + \text{Sin.}^4\frac{m^2e}{2} + \ldots + \text{Sin.}^4\frac{m^{n-1}e}{2}\right)\right].$$

Um diese Reihe zu summiren, setze man

$$\text{Sin. }\frac{e}{2} = \frac{e}{2} - \frac{e^2}{48} + \ldots\ldots$$

$$\text{Sin}^2\,\frac{e}{2} = \frac{e^2}{4} - \frac{e^4}{48} + \ldots\ldots$$

$$\text{Sin.}^4\frac{e}{2} = \frac{e^4}{16} - \ldots\ldots$$

so wird

$$t' = t\left[1 + \tfrac{1}{4}\cdot\frac{e^2}{4}\left(1 + m^2 + m^4 + \ldots + m^{2n-2}\right)\right.$$

$$- \tfrac{1}{4}\cdot\frac{e^4}{48}\left(1 + m^4 + m^8 + \ldots + m^{4n-4}\right)$$

$$\left. + \tfrac{9}{64}\cdot\frac{e^4}{16}\left(1 + m^4 + m^8 + \ldots + m^{4n-4}\right)\right].$$

Aber die Summe der ersten Reihe ist $= \frac{1-m^{2n}}{1-m^2}$, die de[r]

beiden letzten $= \frac{1-m^{4n}}{1-m^4}$; man erhält also

$$t' = t\left[n + \left(\frac{e}{4}\right)^2 \cdot \frac{1-m^{2n}}{1-m^2} + \frac{11}{12}\cdot\left(\frac{e}{4}\right)^4 \cdot \frac{1-m^{4n}}{1-m^4}\right] \ldots\ldots (I)$$

Aus sorgfältig beobachteten Elongationen leitet Hansteen den Werth von m für seine Cylinder zu 0,9928 und 0,99[..] ab, und indem er aus demselben die Beobachtungen reconstruirt, ergiebt sich durch die Vergleichung mit der Erfahrung die Richtigkeit der obigen Annahme sowohl, als auch die jenige seiner Correctionsformel. Zugleich geht aus dieser Vergleichung hervor, dafs m bei grofsen Elongationen etwas kleiner ist, aber doch schon zwischen dem 20sten und 10ten Grade sich einer festen Grenze nähert. Allerdings ist leicht einzusehn, dafs, da m von der Form und dem Gewichte des Cylinders und der Dichtigkeit der Luft abhängig ist, die hemmende Wirkung bei grofsen Schwingungsweiten und schnellerer Bewegung stärker sey, mithin die Abnahme der Elongationen anfänglich schneller erfolgen mufs, als später bei mäfsiger Bewegung. Uebrigens versichert Hansteen, bei verschiedenen Cylindern von ähnlicher Gestalt und Gröfse den Werth von m immer zwischen 0,9922 und 0,9930 gefunden zu haben. Man hat also zuerst für die gegebene Nadel den Werth von m aus sorgfältig und zu diesem Zwecke eigens beobachteten Elongationen nach der Formel (I) auszumitteln, wobei es rathsam ist, nicht über die Grenze hinauszugehn, [bis zu] der man später die Schwingungen zu beobachten gedenkt, z. B. etwa 20°. Setzt man nun statt e eine bestimmte Zahl von Graden $= \mu$, so ist

$$\left(\frac{e}{4}\right)^2 = \left(\frac{\mu}{4}\right)^2 \times \left(\frac{1}{57°,295}\right)^2 \ldots =$$

$$\mu^2 \times \left(\frac{0,0174533}{4}\right)^2 = \mu^2 \,.\, 0,000019039 = \mu^2\, \alpha.$$ Ebenso wi[rd]

$$\frac{11}{12}\left(\frac{e}{4}\right)^4 = \mu^4 \cdot \frac{11}{3072} \times 0,0174533^4 = \mu^4 \times 0,0000000000352[6]\ldots$$

Der Logarithmus des erstern Factors ist 5,27964, der des letztern = 0,52148. Mit diesen Factoren sind die Werthe v[on]

$\frac{1-m^{2n}}{1-m^2}$ und $\frac{1-m^{4n}}{1-m^4}$ zu verbinden; dieses gäbe zwei Tafeln, welche n oder die Menge der Beobachtungen, die man zusammenfassen will, zum Argumente hätten. Die eine würde die Grösse $\alpha.\frac{1-m^{2n}}{1-m^2}$, die andere $\beta.\frac{1-m^{4n}}{1-m^4}$ enthalten, versteht sich beide in Logarithmen, um die grossen Decimalbrüche zu vermeiden. Hansteen hat dem zweiten Factor folgende Gestalt gegeben. Indem er den ersten $\frac{1-m^{2n}}{1-m^2}.\alpha = A$ setzt, macht er $\frac{11}{12}.\frac{1+m^{2n}}{1+m^2}.\alpha = B$. Somit ist also

$$n+\left(\frac{e}{4}\right)^2.\frac{1-m^{2n}}{1-m^2}+\frac{11}{12}\left(\frac{e}{4}\right)^4.\frac{1-m^{4n}}{1-m^4}=n+A\mu^2+AB\mu^4.$$

Er giebt für verschiedene Werthe von m (von 0,991 bis 0,994) und für n (von 100 bis 300) die Logarithmen von A und B. Kennt man einmal den Werth von m, der für grössere Nadeln wohl ausserhalb der hier angenommenen Grenzen treten dürfte, so möchte es am gerathensten seyn, sich sogleich für das gefundene m eine Tafel zu verfertigen, welche n und μ zu Argumenten hätte und den ganzen Werth $A\mu^2+AB\mu^4$ entspräche; n würde dann dazu addirt, und die für die Abnahme der Schwingungsbogen corrigirte Zeit wäre dann

$$T=t[n+A\mu^2+AB\mu^4].$$

Den bedeutendsten Einfluss auf die Schwingungszeiten übt die Temperatur aus, in welcher die Beobachtungen angestellt werden, und es ist unerlässlich, dieselben auf eine angenommene Normaltemperatur zu reduciren, wenn man vergleichbare Resultate über die Intensität erhalten will. Die frühere Nichtbeachtung dieses erst in der Folge erkannten Einflusses machte Hansteen um ein ganzes Jahr fleissig angestellter Beobachtungen[1], und Manches, was man erst stündlichen und monatlichen Veränderungen der Intensität zuschreiben wollte, lag eigentlich auf Rechnung der schwächenden Kraft der Wärme. Eine allgemeine Schätzung dieser Wirkung oder einen bestimmten Correctionsfactor für alle verschiedenen Nadeln aufstellen zu wollen möchte wohl ein überflüssiges Beginnen

1 Poggendorff's Ann. IX. 168.

seyn, da das Factum selbst durch mehr als eine Ursache bedingt wird. Die Wärme kann auf den terrestrischen Magnetismus selbst schwächend einwirken, und wirklich sehn wir ihn gerade in denjenigen Stellen des Erdballs am stärksten hervortreten, wo die Temperatur am niedrigsten ist; sie kann auch, wie oben in XII. gezeigt worden, nur den Magnetismus der Schwingungsnadel vermindern und so die Schwingungen langsamer machen. Sodann dürfte die durch stark[illegible] Temperaturerhöhungen bewirkte Luftveränderung die Beweg[illegible]lichkeit der Nadel begünstigen und umgekehrt möchte die ver[illegible]dichtete Luft wenigstens die Schwingungsweiten merkbar re[illegible]duciren, eine Wirkung, die nichts Auffallendes hat, wenn m[illegible] bedenkt, dafs 40° R. Wärmezunahme die Dichtigkeit der L[illegible] um 5 Zolle Barometerdruck vermindert.

Schon Saussure, der die magnetische Anziehung d[illegible] sein magnetisches Pendel (*Magnetometer*) zu messen bem[illegible] war, hatte dieselbe auf dem Col du Géant stärker als in d[illegible] Tiefe gefunden, war aber vorsichtig genug, dieses Resul[illegible] auf Rechnung der Temperatur zu setzen[1]. Nach ihm hab[illegible] Hansteen, Christie, Kupffer und später Riess und Mos[illegible] sich mit dieser Aufgabe beschäftigt. Der erstere[2] setzte [illegible] eigens dazu angestellten Versuchen die Correction der Schwi[illegible]gungszeit seiner Nadel für 1° R. auf 0,000394, nach Chri[illegible]stie[3] würde sie gar 0,001269 betragen. Kupffer[4] leitete [illegible] aus den Beobachtungen ab zu 0,0055 für eine Nadel von 0,[illegible] Meter (18½ Zoll) Länge, während Hansteen's Bestimmung[illegible] sich auf kleine cylindrische Nadeln von höchstens 3 Z. Läng[illegible] beziehn. Spätere Versuche[5] gaben diesen Factor = 0,00[illegible] 0,0077; 0,0066; 0,0062; dennoch aber glaubt Kupfer, d[illegible] nach allen seinen Messungen 0,0051 der richtige Factor d[illegible] Correction für 1° R. Wärmedifferenz sey. Moser und Ri[illegible] fanden, dafs bei Nadeln der letztern Art die Schwächung d[illegible] Durchmesser, d. h. der Oberfläche proportional sey, und b[illegible]

1 Voyage dans les Alpes T. IV. p. 313.
2 Ann. Chim. phys. T. XL. p. 437.
3 Poggendorff's Ann. IX. 161.
4 Ebend. XVII. 404.
5 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXV. p. 328. Poggendorff's Ann. X. 545.

immten die Abnahme der Oscillationszeit für 1° R. für Nadeln
ber 34 Lin. zu 0,000231.d, und für Längen unter 24 Lin.
1 0,000162.d, wenn d den Durchmesser der Nadel bezeichnet. HORNER fand für einen glasharten Stahlcylinder von
2. Länge und 1½ Lin. Dicke die Correction = 0,000515.
ie Angaben, die Capitain SABINE[1] bekannt machte, gehn
is auf 0,0009 für 1° R., sie verdienen aber wegen des verderblichen Zustandes der Nadeln selbst weniger Vertrauen.
Überhaupt können für diese Untersuchung keine Beobachtungen benutzt werden, bei welchen grofse Temperaturveränderungen vorkommen, weil diese gemeiniglich eine bleibende
Schwächung der Nadel zur Folge haben, eine Wirkung, die
der Brauchbarkeit zur Intensitätsbestimmung mehr als alles
ihr entgegen wäre, da gerade die Unveränderlichkeit des
Magnetismus einer Nadel ihren höchsten Vorzug ausmacht. Bei
der Wichtigkeit dieser Correction und der Unmöglichkeit, sie
aus fremden Angaben mit einigem Vertrauen abzuleiten, bleibt
nichts übrig, als sie aus den Beobachtungen selbst zu bestimmen. Man kann zu diesem Ende, wie KUPFFER gethan
hat, die Nadel des Winters in einem ungeheizten Zimmer der
strengen Kälte aussetzen und dann durch schnelle Heizung die
Temperatur erhöhn, ohne weder die Lage der Nadel, noch
die Umgebung zu ändern, und dieses wird bei gröfsern Nadeln wohl die einfachste Veranstaltung seyn. Wenn auch, wie
sich kaum anders denken läfst, über der Erwärmung ein
paar Stunden verfliefsen, so ist die während dieser Zeit wirklich vorgehende Aenderung der Intensität gegen die thermometrische Wirkung eines Intervalls von 20 bis 30 Graden so
unbedeutend, dafs sie wohl übersehn werden darf. Will man,
was bei kleinen Nadeln sich eher ausführen läfst, das Gefäfs,
in welchem die Nadel zu schwingen hat, durch umgebendes
Wasser oder kalt machende Mischungen in andere Temperaturen versetzen, so kann man HANSTEEN's Apparat benutzen,
den die Zeichnung darstellt. ABCD ist ein cylindrisches Fig. 200.
Gefäfs von dünnem Messingblech, EGHF ein Glasgefäfs von
gleicher Form, EF eine als Deckel dienende, in der Mitte
durchbohrte Scheibe von Spiegelglas, N ein Thermometer
und IK ein Ring von Spiegelglas, auf welchen der getheilte

1 Quarterl. Journ. of Sc. N. Ser. N. XI.

Limbus geklebt ist. Die durch einen Stöpsel verschliefsbare Oeffnung LM dient zum Hineingiefsen von heifsem Wasser oder zum Einbringen einer kaltmachenden Mischung, der Hahn C, um beide nach Beendigung des Versuchs wieder abzulassen. Die Erhitzung kann auch durch eine untergestellte Weingeistlampe bewerkstelligt werden. Die Nadel, deren Oscillationen untersucht werden sollen, ist aus der Zeichnung von selbst kenntlich. Noch einfacher ist es, ein cylindrisches
Fig. 201. Glasgefäfs oben mit einer runden Glasscheibe zu versehn, in deren Centrum ein feines Loch gebohrt ist[1], durch welches der mit Wachs irgendwo angeklebte Seidenfaden hindurchgeht. Auf dem Boden des Gefäfses liegt ein Kreis von steifem Papier, der von 5 zu 5 Graden eingetheilt ist. An einem Faden oder Drahte hängt inwendig das kleine Thermometer. Das Gefäfs wird in einen mit Wasser gefüllten hölzernen Eimer gesetzt und vermittelst ein Paar Holzschienen niedergebunden. Für gröfsere Nadeln, wo gläserne Gefäfse nicht leicht anwendbar sind, müfste man sich allenfalls ein länglich viereckiges oben mit einem Glasdeckel versehenes Kästchen aus Messing oder gewalztem Zink bereiten, welche jedoch in Beziehung auf inhärirenden Magnetismus vorher sorgfältig zu untersuchen sind. Bei allen diesen Versuchen ist es rathsam, die Erwärmung nicht über 40° R. zu treiben, um die Nadel nicht einer gröfsern Erhitzung auszusetzen, als sie nachher beim Transporte oder etwa im Sonnenschein zu gewärtigen hat, damit jede permanente Schwächung des Magnetismus gänzlich vermieden werde; auch erfordern die Versuche große Vorsicht und viele Geduld, weil die Nadel die erforderliche Temperatur durch die Einwirkung der umgebenden Luft nicht schnell und sicher annimmt.

4) *Instrumente zur Messung der anziehenden Kraft der Magnete.*

Was man bisher durch Schwingungen zu erreichen suchte, die Schätzung der anziehenden Kräfte des Magnetismus, bemühte sich schon im J. 1767 der scharfsinnige, an Untersuchungsgeist seinem Zeitalter weit voreilende Saussure

1 Was bekanntlich mit Hülfe eines harten zugespitzten Grabstichels oder Metallbohrers unter beständiger Benetzung der Bohrstelle mit Terpentinöl leicht zu bewerkstelligen ist.

durch ein eigenthümliches Instrument, *Magnetometer* genannt, zu erforschen. Es war ihm hauptsächlich um die Lösung einer Frage zu thun, mit welcher in neuerer Zeit GAY-LÜSSAC und KUPFFER sich beschäftigt haben, ob nämlich die magnetische Kraft in den Höhen ebenso wirksam sey, als nahe an der Erde. Nach einigen Fehlversuchen kam er auf folgende Construction [1].

An das untere Ende einer sehr leichten und um ihre Axe leicht beweglichen Pendelstange wurde eine eiserne Kugel befestigt; ihr gegenüber in gehöriger Entfernung lag ein Magnet, der die Kugel aus ihrer senkrechten Lage zog, und die Bogen dieser Ablenkung gaben die Veränderung dieser Kraft zu erkennen. Durch einen oberhalb des Aufhängepuncts angebrachten Zeiger, der fünfmal so lang als das Pendel selbst war, wurden diese noch sichtbarer gemacht. Nach einigen sehr regelmäfsigen Oscillationen kam die Kugel in einer bestimmten Entfernung zur Ruhe und kehrte auch bei jeder Wiederholung des Versuchs wieder auf den nämlichen Punct zurück. Die Lage des Magnets war durch feste Schrauben, die Stellung des Instruments durch eine Libelle gesichert und das Pendel durch ein Glasgehäuse gegen den Luftzug verwahrt. Mit diesem Instrumente hatte SAUSSURE fünf Jahre lang Beobachtungen angestellt, von denen jedoch weder Resultate, noch sonst ein Detail bekannt geworden sind. Einzig fand er, dafs die magnetische Anziehung veränderlich sey und dafs die Temperatur dabei einen grofsen Einflufs habe. Seinem Scharfsinne entging es nicht, zu bemerken, dafs, wenn durch Zunahme der magnetischen Intensität die Kugel dem Magnete näher gebracht wurde, schon diese gröfsere Nähe seine Wirkung verstärken müsse. Die Complication dieser Wirkungen, die weder mit dem umgekehrten Verhältnifs der Quadrate der Entfernungen, noch mit einem andern Gesetze in Uebereinstimmung zu bringen waren, veranlafste den Erfinder zu Versuchen und Rechnungen, die er nicht zum Ziel brachte, welchem Umstande wohl auch die Unterdrückung jener fünfjährigen Beobachtungen zuzuschreiben ist. Einzig vernahmen wir, dafs auf dem 1400 Toisen hohen Cramont die Kraft des

1 SAUSSURE Voy. aux Alpes. T. I. p. 375. T. II. p. 343. éd. de Neufchatel.

Magnets um 2 Abtheilungen des Gradbogens grösser gefunden wurde, wenn der anziehende Pol des Magnets gegen West, als wenn er gegen Ost gekehrt war, was auf eine örtliche Anziehung des Berges hindeutete, die dann auch durch andere Untersuchungen sich bestätigt. Obschon die Methode der Schwingungen auch die feinsten Veränderungen der magnetischen Intensität zu erkennen giebt, so erfordert sie doch einen eigenthümlichen Versuch, der eine vorzügliche Uhr und eine auf so grofsen Höhen nicht wohl zu erhaltende Bequemlichkeit und Schützung gegen Wind und Wetter nothwendig macht, da hingegen SAUSSURE's Magnetometer durch eine augenblickliche Beobachtung ein Resultat giebt, bei welchem, was die Schwingungen kaum leisten, die Wirkung von ½° R. Temperaturänderung sichtbar wird. Das Instrument verdient also wohl noch aus der Rüstkammer der ältern Werkzeuge hervorgezogen und in Verbindung mit den heutigen Apparaten benutzt zu werden. Zur Vereinfachung könnte man das Niveau am Pendel selbst befestigen und den Magnet durch eine mikrometrische Verschiebung in diejenige Entfernung bringen, welche die Grenze seiner Anziehung auf das Pendel ausmachen würde.

Unter dem Namen *Magnetimeter* haben SCORESBY[1] und später HARRIS zwei Instrumente angegeben, beide zur Messung magnetischer Anziehungen dienend. Mit dem ersten prüfte SCORESBY den Magnetismus, welchen weiche Eisenstangen durch Schläge, die in verschiedenen Richtungen angebracht werden, erhalten. Es war eine Art kleiner Tisch von Messing,
Fig. 202. 4½ Z. in Kanten, an dessen einem Rand eine Fläche in einem Gelenk oder einer Axe beweglich war, bestimmt, eiserne Stangen aufzunehmen und ihnen jeden beliebigen Grad von Neigung zu geben; diese wurde durch einen an der Axe befestigten Theilungskreis gemessen. Auf dem horizontalen Messingtischchen lag eine Boussole, deren Ablenkungen durch den Eisenstab die Kraft seines Zuges angaben. Das Ganze war zwar nicht im Aeufsern, aber im Zweck sehr übereinstimmend mit der Vorrichtung, welche wir beschrieben haben.

Das zweite Instrument, dem HARRIS ebenfalls den Namen

1 Edinb. phil. J. No. 17. p. 41. Edinb. Phil. Trans. IX. 243 u. philos. Trans. 1822. 241.

Magnetimeter gegeben hat, ist eine Art Waage, um magnetische Anziehungen und Abstofsungen zu schätzen. An einem aufrechten gezahnten Stabe von Messing, welcher mittelst eines Getriebes erhöht und erniedrigt werden kann, ist ein leichtes Rad angebracht, über dessen obere Hälfte der Peripherie ein Faden zu beiden Seiten herunter hängt. An einem Ende des Fadens ist der eiserne oder magnetische Körper befestigt, dessen Anziehung oder Abstofsung man prüfen will; am andern Ende hängt ein gerader nicht allzudicker Draht oder Metallstab hinunter, der in ein Gefäfs mit Wasser eintaucht und durch das Mafs seiner Einsenkung, wie der Stiel eines Aräometers, eine regelmäfsige Aenderung des Gewichts hervorbringt. An der Axe des Rades ist ein leichter oder äquilibrirter Zeiger befestigt, der auf einer Theilung das Mafs der Einsenkungen angiebt. Man sieht, dafs dieser Apparat eigentlich mit dem Magnetismus nichts als die Anwendung gemein hat und allgemein nur dazu dient, bei Abwägungen mikrometrisch verfahren zu können, indem man durch Erhebung des Trägers der Waage die Eintauchung des Metalldrahtes modificiren, mithin das Gewicht allmälig verändern kann, auch ohne kleine Parcellen vom Gewichte zuzulegen und hinwegzunehmen, was immer mit Zeitverlust und einer ungelegenen Erschütterung der Waage verbunden ist. Es versteht sich, dafs das Wassergefäfs weit genug seyn mufs, dafs auch die tiefste Einsenkung des Drahtes das Niveau seiner Oberfläche während der Beobachtung nicht verändere. Die Genauigkeit dieses Werkzeuges wird jedoch noch durch die Adhäsion des Wassers an der Stange, die je nach seiner Befeuchtung einigen Widerstand leisten kann, etwas beschränkt, gleichwohl kann es als Waage in verschiedenen Fällen von Nutzen seyn, da man es in der Macht hat, durch die Anwendung von Metalldrähten verschiedener Dicke seine Empfindlichkeit zu verändern.

Auch Mark Watt[1] beschreibt ein Magnetometer, welches auf jeden Fall wegen seiner ausgezeichneten Einfachheit mehr Aufmerksamkeit verdient, als ihm gewidmet worden zu seyn scheint. Wenn man zwei Declinationsnadeln parallel neben einander stellt, so stofsen sich die zwei gleichnamigen Pole unter Voraussetzung gleicher Stärke gleichmäfsig ab, und da

1 Edinburgh New Phil. Journ. No. XII. p. 376.

die Richtungen dieser Abstofsung einander entgegengesetzt sind, so wird ihr Parallelismus dadurch nicht geändert. Um dieses Hindernifs zu vermeiden, darf man den Magnetnadeln nur die Einrichtung geben, dafs ihre Abstofsungen nach gleichen Seiten gerichtet sind, in welchem Falle sie sich im quadratischen Verhältnisse ihrer Intensitäten weiter vom magnetischen Meridiane entfernen werden. Zu diesem Zweck versieht man zwei gleiche hölzerne Stäbchen w w, w'w' mit Achathütchen, befestigt an ihrem kürzern Ende zwei kleine Magnete m m, m'm' aus gleichen Stücken einer Uhrfeder, läfst beide auf den feinen Stahlspitzen[1] p, p' ruhn, die vertical in den Bleigewichten s, s' befestigt sind, und bringt sie durch verschiebbare Gegengewichte in eine horizontale Lage. Vermittelst der bleiernen Fufsgestelle bringt man sie zu einem Abstande von etwa 2,5 Zoll und bemerkt die Veränderungen ihres Abstandes an den Gradtheilen einer Scale, die durch die Spitzen der Holzstäbchen angezeigt werden. Beide müssen in Folge des terrestrischen Magnetismus im magnetischen Meridiane stehn, also einander parallel seyn, sie werden sich aber weiter von einander entfernen, wenn ihr eigener Magnetismus stärker ist, wobei jedoch eine mögliche Veränderung der Stärke des tellurischen Magnetismus gleichfalls zu berücksichtigen wäre, was von Watt nicht erwähnt worden ist. Es versteht sich von selbst, dafs bei einer wirklichen Anwendung nicht blofs der Apparat unter einen Glaskasten gestellt, sondern auch das Verhältnifs der Gröfse der Gradtheile zu den Abständen beider Nadeln und den Längen der Holzstäbchen als Elemente der Berechnung dienen müfsten. Ohne eine solche Genauigkeit anzuwenden, bemerkt Watt blofs, dafs der Abstand der Zeigerspitzen im Mai, Juni und Juli 7 bis 8 Grade, im August, Sept. und October im Mittel 8,25 Grade mit Veränderungen bis 11 Grade, im Nov., Dec. und Januar 12 mit einem Uebergange zu 14 Graden und in den drei folgenden Monaten 11, 9 und 9 Grade mit einem Uebergange zu 10 Graden betragen habe. Hiernach war also die magnetische Kraft im Sommer am stärk-

Fig. 203.

1 Besser wäre es auf jeden Fall, sie zur Vermeidung des ungleichen Einflusses dieser Spitzen, und um die Achathütchen entbehren zu können, an Seidenfäden aufzuhängen, deren anderes Ende an einem Bügel von Kupferdraht befestigt wäre.

sten; aufserdem aber bemerkte er noch tägliche Variationen, die jedoch nicht so vollständig und genau angegeben sind, dafs sich ein allgemeines Gesetz daraus ableiten läfst. Uebrigens giebt die Tragkraft kein absolutes und mindestens kein allgemeines Mittel, die Stärke eines Magnets zu beurtheilen, indem dieses namentlich auf Magnetstäbe und Magnetnadeln nicht anwendbar ist. Um die Kraft der Magnetstäbe zu messen, was gegenwärtig hauptsächlich bei solchen erfordert wird, die man zur Beobachtung der täglichen Variationen aufzuhängen pflegt, ist das beste Mittel, ihre Einwirkung auf Magnetnadeln, die in angemessenen Abständen aufgestellt sind, aus der Gröfse des Winkels zu bestimmen, um welchen sie dieselben aus dem magnetischen Meridiane ablenken.

5) *Maschinen durch Magnete bewegt.*

Wegen des geheimnifsvollen Schleiers, welcher aller Untersuchungen ungeachtet noch immer das eigentliche Wesen des Magnetismus umhüllt, glaubten der Sache Unkundige häufig, dafs die magnetische Kraft bei solchen Maschinen zur Erzeugung der Bewegungen diene, wobei man das bewegende Mittel absichtlich verborgen hatte. Beispiele dieser Art sind häufig, sie verdienen aber weder Beachtung, noch viel weniger eine Widerlegung; beispielsweise möge jedoch erwähnt werden, dafs einige die unbegreiflichen Leistungen der bekannt gewordenen *Schachmaschine* v. Kempelen's aus verborgenen Magneten ableiten wollten. Es läfst sich jedoch leicht übersehn, dafs die magnetische Anziehung durchaus nicht geeignet sey, als mechanisch bewegendes Mittel benutzt zu werden, denn theils wirkt sie blofs auf Eisen, Nickel und Kobalt, theils nimmt sie mit der Entfernung so sehr ab, dafs sie bald unmerklich wird, und endlich wirkt sie blofs in der Berührung festhaltend, ohne diejenigen Modificationen des Wechsels und der veränderlichen Stärke, die für mechanische Mittel ganz unentbehrlich sind. Dieses letztere Hindernifs findet zwar eine Beseitigung, wenn der Magnet durch Volta'sche Elektricität erzeugt ist und man daher dessen Pole in kurzer Zeit, ja fast momentan, umzukehren vermag, wodurch dann die anziehende Kraft in abstofsende verwandelt wird und also nothwendig Bewegung entstehn mufs, die bei der ausnehmenden Stärke der auf diese Weise erzeugten Magnete mit grofser

Kraft verbunden seyn kann. Das hiernach veränderte Prob kommt also darauf hinaus, eine geeignete Vorrichtung zu sinnen, vermittelst deren dem weichen Eisen ein kräftiger gnetismus ertheilt und zugleich die Polarität in regelm schnellen Wechseln geändert wird. Ersteres geschieht ge wärtig leicht durch vervielfältigte Windungen des Rheo (galvanischen Leitungsdrahtes), Letzteres durch Umkehrun Richtung des magnetischen Stroms, und da beides an sich keinen erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist, auch anderweitigen verschiedenen Apparaten bereits in Anwend gebracht wurde, so hätte der Erfindungsgeist hierin ein sehr schwieriges Problem zu lösen. Es tritt jedoch eine derweitige Schwierigkeit in den Weg, welche bei einer wi lichen praktischen Anwendung den erzielten Nutzen nicht sehr zu mindern, sondern vielleicht ganz aufzuheben im St seyn dürfte, und dann würde die Lösung des Problems dazu dienen, die theoretisch bewiesene Möglichkeit einer durch zu erzeugenden Bewegung auch factisch darzuthun die zahlreichen elektromagnetischen Apparate um einen ne allerdings interessanten, zu vermehren. Bis jetzt sind Männer bekannt geworden, welche, ohne gegenseitig Kenn von einander zu haben, die Lösung dieser Aufgabe ver ten und bei der Einfachheit der Sache im Allgemeinen nämlichen Vorrichtungen in Anwendung brachten. Der e welcher durch den Tod an der weitern Verfolgung seines ternehmens gehindert wurde, war SCHULTHESS in Zürich, de gebrauchter Apparat bereits beschrieben worden ist[1], der zw ist M. H. JACOBI[2] in Königsberg, welcher nach den hier verbreiteten Nachrichten dem vorgesetzten Ziele schon be tend näher kam und nach den erhaltenen Resultaten noch f während die Hoffnung hegt, hierdurch ein praktisch anwe bares Bewegungsmittel zu erhalten. Der von ihm constru Apparat ist zwar noch nicht genau beschrieben, man w

1 Ueber Elektromagnetismus, nebst Angabe einer neuen, d elektromagnetische Kräfte bewegten Maschine. Zürich 1835. 8.

2 Poggendorff's Ann. XXXI. 367. Da bis jetzt noch kein Ap rat dieser Art als vollendet ausgegeben würde, so dürfte es n zweckmäfsig seyn, eine Beschreibung der bisher ausgesonnenen mitzutheilen. Außerdem ist der Erfolg noch ungewifs.

jedoch aus allgemeinen Andeutungen und den Mittheilungen der Augenzeugen, die ihn gesehn haben, dafs er im Wesentlichen mit dem eben erwähnten übereinkommt. Die oben gerügte wesentliche Schwierigkeit hat JACOBI keineswegs übersehn und man mufs daher erwarten, dafs er sie möglichst zu beseitigen streben wird. Sie besteht darin, dafs die Glieder der einfachen Volta'schen Kette nach der Natur der hydroelektrischen Säulen durch den Gebrauch bedeutend zerstört werden, deswegen aber bald eine auffallende Schwächung erleiden, indem namentlich das gebrauchte Zink durch die Säure angefressen wird und dann einen weit geringern elektrischen Strom erzeugt, als wenn seine Oberflächen blank sind, die Säure durch Aufnahme des entstandenen Metallsalzes einen Theil ihrer Wirksamkeit verliert, durch beide vereinte Ursachen aber die Kraft des hervorgerufenen Magnetismus bald sehr merklich abnimmt, welches als ein so viel gröfseres Hindernifs erscheinen mufs, je nothwendiger ein stetes Gleichbleiben der mechanischen Kraft bei allen praktisch anwendbaren Maschinen zu seyn pflegt. Der dritte Erfinder eines solchen Apparates ist M. J. D. BOTTO in Turin[1]. Die von ihm verfertigte Maschine hat, wie ZAMBONI's *Perpetuum mobile*, einen horizontalen Balancier, dessen einer Arm abwechselnd vom einen und dann vom andern magnetischen Pole angezogen wird.

6) *Magnetische Spielereien.*

Neben den bisher beschriebenen, in vielfacher Hinsicht ausnehmend nützlichen magnetischen Apparaten, auf die man sich gegenwärtig mit Recht ausschliefslich beschränkt, hat man früher eine Menge Spielereien ausgesonnen, die insgesammt auf das Princip der Anziehung freundschaftlicher und Abstofsung der gleichnamigen Pole gebaut die hierdurch erzeugten Bewegungen verstecken und somit als wunderbar auffallende Erscheinungen hervorbringen. Weil aber die Construction aller höchst einfach, auch aus diesem einen Principe leicht erklärbar ist, so verlohnt es sich nicht der Mühe, weder sie alle namhaft zu machen, noch auch einen derselben ausführlich zu beschreiben. Dahin gehören unter andern als

1 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV. p. 151.

die bekanntesten die Fische oder Schwimmvögel von Blech, die im Maule oder Schnabel mit einem Magnete versehn sind und sich daher nähern oder entfernen, je nachdem man den hervorstehenden Pole den freundschaftlichen oder feindlichen Pol unter der Gestalt einer Angel oder eines Stabes mit einem Köder entgegenhält. Versteckter sind die magnetischen Uhrzeiger vor einem Zifferblatte, die auf eine gewisse Stunde zeigen, wenn man einen andern magnetischen Zeiger danach stellt. Auf gleiche Weise dreht sich eine Scheibe vermittelst eines Magnets zwischen zwei Köpfen, wozu meistens Cicero, Plato oder sonstige Gelehrte des Alterthums gewählt werden, und zeigt irgend einen Welttheil, auf welchen die Figuren hindeuten, je nachdem man einen unter dem Apparate versteckten Zeiger auf diesen oder jenen stellt. Am einfachsten ist der Mechanismus bei den horizontal auf einer Spitze balancirten runden Scheiben, auf deren schmalen Sectoren Antworten gedruckt sind, die durch einen Einschnitt in einer andern, sie bedeckenden Scheibe zum Vorschein kommen und auf diejenigen Fragen passen, auf die man einen Zeiger des nämlichen Apparats stellt. Oft ist hierbei nach gemeinem Witze gehascht, indefs kann die Sache kein bedeutendes Interesse haben, da der Kenner bald gewahrt, dafs das Ganze durch zwei correspondirende Magnete, einen unter dem Zeiger, den andern unter der drehbaren Scheibe, bewerkstelligt wird[1].

---

1 Bis hierhin reicht das vollständig ausgearbeitete Manuscript des verewigten v. Horner's, der zu früh für die Wissenschaft, für seine Familie und die grofse Zahl seiner ihn wahrhaft liebenden und hochschätzenden Freunde am 3. Nov. 1834. der Welt durch den Tod entrissen wurde. Der Rest ist aus seinen Collectaneen zusammengestellt, gewifs nicht in der Vollendung, als der Verewigte dieses geliefert haben würde, allein hiervon ist die Schuld blofs dem unerbittlichen Schicksale beizumessen. Muncke.

XVII. Magnetismus der Erde.

A. Theorieen über den tellurischen Magnetismus.

Wir kommen endlich zur nähern Betrachtung des ma- tischen Fluidums in seiner hauptsächlichsten Bedeutung und er ausgedehntesten Wirksamkeit, zur muthmafslichen Quelle r der speciellen Erscheinungen, unter welchen wir das- e bisher betrachtet haben, zum Magnetismus des Erdballs. un die Erhebung zur Idee, die Erde unter die Reihe der gnete zu setzen, den Physikern der frühern Jahrhunderte Ehre gereichte, so scheint es der gegenwärtige Stand der ssenschaft, so unvollendet er auch noch in manchen Thei- sich erweist, zu erheischen, dafs wir die Erde mit ihren iosphärischen Umgebungen als den Sitz des Magnetismus und Magnete als bloſse Träger der von ihr ausgehenden Kraft rachten.

Wie die Identität des Blitzstrahls mit dem Funken der iebenen Glasscheibe die Elektricität aus dem Cabinet auf n wahren Schauplatz, die Erde, herausrief, so zieht die ikung der stählernen Nadel nach den Regionen und Kli- en der Erdkugel unsere magnetischen Forschungen in das iet der terrestrischen Physik, den endlichen Vereinigungs- ct, das Ziel aller physikalischen Doctrinen hinüber, und s die Wissenschaft von dem Wesen eines tellurischen Stof- aus seinen Erscheinungen im Kleinen erspähte, das findet l da seine eigentliche Anwendung. So gewährt sein Stu- m dem Naturforscher den doppelten Genufs, erst die Ge- te dieses eigenthümlichen Stoffes in ihrer ganzen Merk- rdigkeit, gleichsam im Kleinen zu erkennen und dann das annte auch von der Natur im Groſsen befolgt zu sehn.

Das Daseyn des wohl über alle Stellen der Erde verbrei- en terrestrischen Magnetismus giebt sich nur in seinen Wir- ngen auf Eisen und Stahl, zum Theil auch in der localen ufserung einiger mit dieser Kraft imprägnirter Felsen zu er- nnen und wir haben für jetzt nur drei Wege, denselben ei- r Untersuchung zu unterwerfen: erstens durch die bestimmte imuthalrichtung, welche er einer horizontal schwebenden,

frei aufgehängten, magnetischen Stahlnadel ertheilt, durch
Abweichung, zweitens durch die Senkung, welche eine ge-
abgeglichene Stahlnadel im magnetischen Meridiane erhält,
Neigung, und drittens durch die Schnelligkeit der Schw
gungen, welche die Nadel in horizontaler sowohl als auch
verticaler Lage an verschiedenen Orten der Erde macht,
magnetische Intensität. Die zu diesen drei Beobachtungsar
erforderlichen Werkzeuge und Methoden sind in der hier
nächst vorangehenden Abtheilung angegeben und erklärt w
den. Von der ersten Erscheinungsform, der Abweichung,
ben wir bereits im ersten Bande dieses Werks S. 131 bis
eine einläſsliche Darstellung gegeben, die aber bei der t
chen Bereicherung dieses Gebiets der Wissenschaft eines N
trages bedürftig ist, mit welchem dann die Betrachtu
über Neigung und Intensität am besten in unmittelbare V
bindung gesetzt werden. Daſs hier a priori nichts gel
werden könne, sondern wir die Erscheinungen und ihren
sammenhang an der Hand der Erfahrung erst aufsuchen m
sen, bedarf keines Erweises.

Daſs die Magnetnadel nicht genau nach den Erd
hinweise, sondern, wie man es ausdrückt, eine gewisse
weichung habe, und daſs diese nach Zeit und Ort sich
dere, ist seit Jahrhunderten bekannt, indem das Bed
der Schifffahrt schon früh auf diese Untersuchungen le
Hingegen ist das rein Physikalische der Erscheinungen
terrestrischen Magnetismus, wohin Neigung und besonde
tensität gehören, erst mit dem Aufleben der beobacht
Physik ein Gegenstand der Nachforschung geworden. Die
obachtungen ergeben im Allgemeinen, daſs in der Nähe
Erdäquators die Veränderungen der Abweichung von e
Orte zum andern gering, die Nadel fast horizontal und
Schwingungen merklich langsamer sind, als nord- und
wärts, daſs, je mehr man nach Norden oder Süden von
die Senkungen stärker und die Oscillationen beschleun
werden, und daſs die Richtungen der horizontalen Nadel
einen oder einige Puncte auf der Erde hinweisen, die
als Convergenzpuncte dieser Kraft ansehn kann. Diese
Erscheinungsformen eines und desselben Wesens auf
einzige Grundursache zurückzuführen, ist das Geschäft
Theorie. Inwieweit es ihr gelungen sey, dieses zu le

mag die folgende Darstellung der hierin gemachten Versuche zeigen; am besten wird es jedoch die Erfahrung selbst thun, die auch in dieser Sache die letzte Entscheidung hat. Dafs bei der mathematischen Auffassung der Probleme auch die Vorstellungsart, die man sich von dem physikalischen Hergange der Sache macht, von wesentlichem Einflusse sey, ist nicht zu leugnen. Auch hierüber wird die Erfahrung, wenn sie es auch an klaren Hindeutungen fehlen läfst, wenigstens ihr Veto aussprechen, sie wird uns zeigen, ob wir der allgemein beliebten Idee von einem oder mehrern kleinen Magneten im Innern der Erde uns hingeben dürfen, ob wir mit Hansteen magnetische Stäbe oder sogenannte Axen annehmen sollen, durch welche die magnetischen Pole der nördlichen und südlichen Halbkugel verbunden sind, oder ob es bequem und dringlich sey, dem terrestrischen Magnetismus seinen Zusammenhang nur auf der sphärischen Oberfläche der Erde anzuweisen. Wenn auch der gründliche Physiker geneigt ist, derjenigen Vorstellungsart den Vorzug zu geben, welche am meisten eine mathematische Behandlung zuläfst, so wird er zugleich die Thatsachen nie aus den Augen verlieren und seine Theorie nur so lange festhalten, als sie mit jenen vereinbar bleibt; sie wird ihm immerhin den Dienst geleisten, einen Theil der Erscheinungen besser zu ordnen, und die Weigerung der Natur, den Dictaten der Theorie zu gehorchen, soll ihn nicht zum Aufgeben derselben, sondern nur zu ihrer Vervollständigung leiten, um so mehr, als sicher die richtige Theorie des tellurischen Magnetismus der mathematischen Behandlung fähig seyn wird.

Die erste mathematische Entwickelung der Erscheinungen und Ursachen des terrestrischen Magnetismus verdanken wir einem Manne, der gewohnt war, alles von diesem Standpuncte aus zu erfassen, dem berühmten L. Euler, welchen Halley's Charte der magnetischen Abweichungen auf diesen Gegenstand geführt zu haben scheint[1]. Den letztern hatte seine reiche Sammlung eigner und fremder Beobachtungen zur Annahme von vier magnetischen Polen geleitet und Euler, abgeschreckt durch die Schwierigkeiten einer so verwickelten Untersuchung, hielt sich für verpflichtet, einen Ver-

1 Hist. de l'Acad. roy. de Berlin. Ann. 1757. p. 175.

such zu machen, ob nicht die sämmtlichen Erscheinungen durch die Annahme zweier Pole sich erklären ließsen. Hätte die Erde nur zwei magnetische Pole, so müßste (nach Halley) die Abweichung unter jedem Meridiane überall sich gleich bleiben, während sie z. B. in America in der Hudsonsbai bedeutend westlich, an der Küste von Brasilien merklich östlich ist.

Euler zeigt, daſs dieses nur dann der Fall wäre, wenn die beiden magnetischen Pole einander diametral gegenüber ständen, und bemüht sich, die magnetische Abweichung für einen gegebnen Ort nach vier Voraussetzungen zu bestimmen, nämlich 1) für den Fall, wenn die magnetischen Pole einander diametral gegenüber stehn, 2) wenn sie in zwei entgegengesetzten Meridianen, aber in ungleichen Abständen von den Polen der Erde liegen, 3) wenn sie im nämlichen Meridiane auf der gleichen Erdhälfte und 4) in zwei verschiedenen Meridianen liegen.

Erster Fall. Die magnetischen Pole stehn einander diametral gegenüber.

Fig. 204. Es seyen P und P′ die beiden Erdpole, A und B die magnetischen Pole, L der Ort, für welchen die magnetische Abweichung δ bestimmt werden soll. Im angenommenen Falle sind die Bogen P L P′ und A L B gröſste Kreise; PA = a bezeichne die Polardistanz des magnetischen Poles, PL = p die Polardistanz des Ortes, die geographische Länge des ersten = 0 gesetzt, so ist der Winkel APL = der Längendifferenz des magnetischen Poles und des Beobachtungsortes = q, so es findet sich im Dreieck PAL der Winkel L oder die magnetische Abweichung δ aus

$$\text{Tang.}\,\delta = \frac{\text{Sin.}\,a\,.\,\text{Sin.}\,q}{\text{Cos.}\,a\,.\,\text{Sin.}\,p - \text{Sin.}\,a\ \text{Cos.}\,p\,.\,\text{Cos.}\,q} \text{ oder,}$$

wenn man Tang. t = Tang. a . Cos. q setzt,

$$\text{Tang.}\,\delta = \frac{\text{Tang.}\,q\,.\ \text{Sin.}\,t}{\text{Sin.}\,(p - t)}.$$

So lange q kleiner als 180° ist, bleibt δ positiv und nach der in dieser Figur gemachten Anordnung östlich, auf dem ganzen Meridiane P A P′ B ist eine *Linie ohne Abweichung*, und dieser Meridian wird also die Erde in zwei Hemisphären theilen, auf deren einer nur östliche, auf der andern nur westliche

Abweichung statt findet. Sie behält also für jede Stelle eines gegebenen Erdmeridians einerlei Benennung, was den Beobachtungen in America widerspricht. Das Quantitative derselben ändert sich jedoch mit dem Polarabstande des Orts oder einer geographischen Breite. Die Nadel wird sich nämlich durchgehends in die Ebene des gröfsten Kreises ALB legen, indem ihr Nordende von A, ihr Südende von B angezogen wird. Der Abweichungswinkel L in den Dreiecken PAL und PBL wird demnach ein kleinster, wenn diese Dreiecke einander gleich werden, so dafs AL = BL, d. h. wenn der Abstand des Ortes L auf dem gegebenen Meridiane von den beiden Magnetpolen = 90° oder seine magnetische Breite = 0 wird. Alsdann ist

$$\text{Tang.}\,\delta = \frac{\text{Sin. a Sin. p. Sin. q}}{\text{Cos. a}} = \text{Tang. a Sin. p. Sin. q.}$$

Es mufs also auf der Erdkugel einen gröfsten Kreis geben, in welchem alle Puncte, die gleichweit von den beiden Magnetpolen abstehn, vereinigt sind und auf welchen die Abweichung für jeden Meridian ein Minimum wird; dieser ist der *magnetische Aequator*. Da man nun weifs, dafs im Dreieck APL die Seite AL = 90° ist, so hat man

$$1 : \text{Sin. q} = \text{Sin. a} : \text{Sin.}\,\delta,$$

also

$$\text{Sin.}\,\delta = \text{Sin. a. Sin. q.}$$

Die Abweichung δ wird also am gröfsten, = a, wenn q = 90°, d. h. in demjenigen Meridiane, welcher auf denjenigen von q senkrecht ist, d. h. wenn die magnetische Länge des Orts 90 Grade beträgt.

Nennt man d die in einem gegebenen Meridiane POP' stattfindende kleinste Abweichung, so dafs Sin. d = Sin. a. Sin. q ist, und zieht man AO = 90°, so ist, wenn man PO durch m und OL durch m — p bezeichnet, $\text{Tang.}\,\delta = \frac{\text{Tang. d}}{\text{Cos.(m—p)}}$, und die Abweichung ist in gleichen magnetischen Breiten OL und Ol die nämliche.

Im Pole Z des Kreises ohne Abweichung, 90° von M und Q, wird die gröfste Abweichung, die auf dem magnetischen Aequator statt findet. Sie ist gleich der Polardistanz a des Magnetpols und man hat, wenn p den Bogen OQ oder die magnetische Länge des Orts L bezeichnet,

$$\text{Tang. d} = \text{Tang. a. Sin. r.}$$

Im Meridiane, der durch Z geht, ist also allenthalben (mit Ausnahme von Z selbst) die Abweichung gröſser als a und in demjenigen, der durch L geht, gröſser als d. Die Linien gleicher Abweichung, nach Art der Halley'schen aufgetragen, würden alle für kleinere Werthe als a niemals den Meridian von Z und für kleinere Werthe als d niemals denjenigen von L schneiden.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen sucht Euler die Curven gleicher Abweichung für die drei Fälle zu bestimmen, wo die magnetische Abweichung δ entweder kleiner oder gleich oder gröſser als der Abstand des Magnetpols vom Erdpole ist. Für den ersten Fall ergiebt sich, daſs, je kleiner δ ist, desto mehr sich die vom Pol A ausgehende Abweichungslinie dem magnetischen Meridiane nähert; je mehr hingegen δ dem Werthe von a zugeht, desto mehr rückt das Mittel dieser Linie zur Mitte bei Z hin. Die Gestalt der Linien ändert sich nicht, wenn man das Zeichen von δ ändert, sondern dieses zeigt nur, daſs sich auf der andern Hemisphäre die nämliche Construction wiederhole. Sie gehn (so lange $\delta <$ a) von dem einen Magnetpole aus und kehren am andern Ende in den entgegengesetzten natürlichen Pol zurück, ohne denjenigen Meridian zu erreichen, der durch die Mitte jener Halbkugel geht. Wohl zeigt sich, wenn man diese Linien construirt, in der Mitte eine Art Hervorragung, die immer zugespitzter wird, je mehr δ dem Werthe von a sich nähert. Wird $\delta =$ a, so geht die Wölbung in einen zugespitzten Winkel über, der zuletzt eine förmliche Durchschneidung der magnetischen Linien zuwege bringt. Im zweiten Falle, wo $\delta =$ a geht die magnetische Curve von A aus unter einem Winkel mit dem magnetischen Meridiane = a, schwingt sich dann nach der Mitte um, durchschneidet die vom natürlichen Pol P ausgehende Linie in Z unter rechten Winkeln und kehrt in den entgegengesetzten Magnetpol B zurück. Die dritte Annahme, wo $\delta >$ a, erzeugt Linien, die vom einen Magnetpol A zum nächsten Erdpole P übergehn; sie nähern sich dem Bogen AP
Fig. 205. desto mehr, je gröſser der Werth von ϱ ist. Die Zeichnung stellt diese drei Gattungen von Linien für die Fälle von $\delta <$ a, $\delta =$ a und $\delta >$ a dar, wobei die Distanz der Magnetpole von den Erdpolen = a zu 30° angenommen ist. AP'. BP liefert die erstere, AZB und PZP' die zweite, AP und BP'

ie dritte Gattung von Abweichungslinien. Die Abweichungen elbst sind alle gleichnamig.

Ein flüchtiger Blick auf eine Charte der Halley'schen Ab- reichungslinien zeigt, dafs die Annahme einer durch den Mit- lpunct der Erde gehenden Magnetaxe den Erscheinungen lbst keineswegs genüge, obwohl im Allgemeinen die Ge- taltung solcher Linien und ihre Wanderung von der nördli- ten zur südlichen Halbkugel eine entfernte *Aehnlichkeit* mit alley'schen Linien darbietet, die wenigstens die Vorstellung n Wirkungen, die aus dem Innern der Erde gehn, einiger- afsen zu rechtfertigen scheinen. Die Verbindung dieser Li- en mit den Erdpolen ist offenbar nur ein Erzeugnifs der thematischen Entwickelung, sowie auch der Umstand, dafs ie Abweichungen einer Halbkugel alle nur östlich oder west- h ausfallen, das Unvollständige der Theorie genugsam zu kennen giebt.

Zweiter Fall. Die zwei magnetischen Pole stehn einander nicht diametral gegenüber, befinden sich jedoch in ent- gegengesetzten Meridianen.

Euler geht hier von dem Grundsatze aus, dafs die Rich- g der Nadel überall dem kleinern Kreise folge, welcher ch die beiden Magnetpole und den Ort des Beobachters . Er abstrahirt von einer Magnetaxe, deren an der Ober- he der Erde durchbrechende Enden als die Magnetpole an- ehn wären, und will die letztern nur dadurch bestimmt en, dafs in denselben die magnetische Richtung vertical , so dafs an diesen Stellen die horizontale Abweichung au- Betracht fällt. Wenn nun die Abstände der beiden Ma- pole von den nächsten Erdpolen AP und BP' durch a Fig. 206 b bezeichnet werden, L den Beobachtungsort und OQ Stück des magnetischen Aequators vorstellt, die Polardi- z des Orts PL durch p, seine magnetische Meridiandiffe- QPL durch q ausgedrückt wird, so erhält Euler für Abweichung δ im Puncte L

$$\tan\delta = \frac{\left(\mathrm{Sin.}\,\frac{a-b}{2}\,\mathrm{Cos.}\,p + \mathrm{Sin.}\,\frac{a+b}{2}\right)\mathrm{Sin.}\,q}{\mathrm{Cos.}\,\frac{a+b}{2}\,\mathrm{Sin.}\,p - \mathrm{Sin.}\,\frac{a+b}{2}\,\mathrm{Cos.}\,p\,.\,\mathrm{Cos.}\,q - \mathrm{Sin.}\,\frac{a-b}{2}\,\mathrm{Cos.}\,q}.$$

Abweichung wird also hier positiv, so lange q positiv

genommen wird, und dieses findet statt, auch wenn Cos. p negativ würde. Sie ist also, wie früher für eine ganze Hemisphäre, gleichnamig, östlich oder westlich, und es giebt nur eine Linie ohne Abweichung, nämlich den Meridian PAQP'B.

Die Construction der Curven gleicher Abweichung bietet mehr Schwierigkeiten dar, als im vorigen Falle. In der Zeichnung selbst wird die Gestaltung der vorigen ähnlich, nur wird die Abweichung der Linie, welche von einem Magnetpole zum jenseitigen Erdpole sich hinzieht, $= 14^\circ\ 9',5$, wenn nämlich der Polarabstand des nördlichen Magnetpuncts $a = 10^\circ$, der des südlichen $b = 20^\circ$ gesetzt wird, da sie im vorigen Falle dem Polarabstande von 30° gleich war.

In dem Masse, als BP' grösser ist, erweitern sich auch die vom südlichen Pole ausgehenden Abweichungslinien. Setzt man den Polarabstand des südlichen Magnetpuncts $= 0$, so dass er in den Erdpol selbst fällt, so erhält man die Figur, in
Fig. 207. welcher alle Abweichungslinien nur durch die Puncte A und gehn, so dass B ganz ausser dem Spiele bleibt.

Dritter Fall. Die beiden Magnetpole liegen auf einer Hemisphäre oder im nämlichen Meridiane.

Da hier nur die Bedeutung des südlichen Polarabstandes b sich ändert, so verwandelt sich die obige Formel in folgende:

$$\text{Tang. } \delta = \frac{\left(\text{Sin.} \frac{a+b}{2} . \text{Cos. } p + \text{Sin.} \frac{b-a}{2}\right) \text{Sin. } q}{\text{Cos.} \frac{b-a}{2} \text{Sin. } p + \text{Sin.} \frac{b-a}{2} . \text{Cos. } p \text{ Cos. } q - \text{Sin.} \frac{a+b}{2} \text{Cos.}}$$

Wird der Polarabstand p des Beobachtungsortes so gross, dass $\text{Cos. } p. = \frac{\text{Sin.} \frac{1}{2}(b-a)}{\text{Sin.} \frac{1}{2}(b+a)}$ ist, so verschwindet die Abweichung und wird, wenn p ferner zunimmt, negativ. Wir haben hier eine von der frühern ganz verschiedene Vertheilung der magnetischen Linien, indem auf der nämlichen Hemisphäre die Nadel bald östlich, bald westlich abweichen kann. Euler triumphirt hier über HALLEY, dass man, auch ohne vier Pole annehmen zu müssen, doch erklären könne, wie unter demselben Meridiane die Nadel bald östlich, bald westlich abweichend sey.

Es giebt also in diesem Falle aufser dem Meridiane, der Fig. 208
rch die beiden Magnetpole geht, noch eine andere Linie,
die Abweichung Null wird. Auf ihr befinden sich alle
Stellen, wo der Polarabstand p des Orts dem eben ange-
nten Werthe gleich wird. Sie fällt mit dem magnetischen
quator zusammen, wenn die Abstände a und b der magne-
hen Pole gleich sind, und bildet einen Parallelkreis mit
selben im Falle der Verschiedenheit. Dieser liegt nörd-
h, wenn $a < b$ ist, und südlich im umgekehrten Falle. Die
liche Anordnung der magnetischen Linien findet auch auf
jenseitigen Halbkugel statt, nur mit umgekehrter Bedeu-
g, und da wir für einen positiven Werth von δ die Ab-
ichung östlich angenommen haben, so wäre dieselbe auf
in der Figur erscheinenden Nordhälfte der Erde nördlich,
der Südhälfte und ebenso auf der jenseitigen Halbkugel
der Nordhälfte südlich. Euler zeigt, dafs im gegenwär-
en Falle die Halley'schen Curven Linien dritter Ordnung
yen, und giebt die Formeln, um für einen gegebnen Werth
n δ den zugehörigen Polarabstand p des Orts und seine Me-
diandifferenz mit dem magnetischen Meridiane oder den Win-
l q zu finden. Eine hiernach berechnete Tafel zeigt, dafs
Intervalle der Abweichungslinien mit zunehmender De-
ation sich verengen, so dafs man im Stande wäre, aus
gen Beobachtungen von starker Abweichung die Entfer-
g des Magnetpols vom Erdpole zu bestimmen, nämlich
er der hier gemachten Voraussetzung, dafs beide Magnet-
in einerlei Meridiane sich befinden.

*Vierter Fall. Die beiden Magnetpole in zwei verschiede-
nen Meridianen liegend.*

Es sey, wie bisher, $AP = a$, $BP' = b$, ferner der Win- Fig. 209
den die beiden Meridiane der magnetischen Pole bilden,
$'B = \gamma$. Man verbinde beide Pole durch einen gröfsten
s AB, halbire ihn in C und setze $CA = CB = c$. Man
e ferner durch C den Meridian $CP = d$ und mache den
nkel $ACP = e$. Mit diesen Voraussetzungen gelangt
an zur Bestimmung der Abweichung δ auf folgende
mel,

$$\text{Tang.}\,\delta = [\text{Cos.d.Sin.q} + \text{Cos.p.Cos.c.Sin.q} + \text{Tg.e.Cos.q} - \text{Cos.c.Tg.e}(\text{Sin.d.Sin.p} + \text{Cos.d.Cos.p.Cos.q})] : [\text{Sin.d.Sin.p} + \text{Cos.d.Cos.p.Cos.q} - \text{Cos.c.Cos.q} + \text{Tang.e.Cos.p.Sin.q} - \text{Cos.c.Cos.d.Tg.e.Sin.q}]$$

Euler zeigt, wie man die Gröfsen c, d und e aus a, b und γ ableiten könne und umgekehrt, ebenso wie man die Lage eines Ortes L finden könne, welchem eine gewisse Abweichung δ zukommt. Mit Hülfe der letztern Formel berechnet er für $\delta = 0°$; $5°$; $10°$; $15°$ östliche und westliche Abweichung und für die Längen q von $0°$ bis $180°$ die zugehörigen Polardistanzen p der Orte L. Er erhält hierdurch eine Menge von Puncten zur Entwerfung einer magnetischen Charte, die, wie er glaubt, die Halley'schen Linien noch genauer nachahmen würde, wenn man bessere und vollständigere Beobachtungen hätte und besonders die Lage der magnetischen Pole bestimmter anzugeben wüfste. Was ihn jedoch in einige Verlegenheit setzt, ist die grofse Entfernung, in welcher bei Halley die Linien ohne Abweichung vom Aequator zu liegen kommen. Er schreibt dieses zum Theil dem Umstande zu, dafs Halley bei der Construction seiner Charte aus Mangel an Subsidien auch Beobachtungen zu Hülfe nehmen mufste, die von der angenommenen Epoche von Jahr 1700 mehr entfernt waren. Besser stimmen, glaubt er, mit seiner Theorie eine von Mountaine und Dodson im Jahr 1744 herausgebene magnetische Charte. Doch mifsfällt ihm daselbst die Richtung, welche die Linie ohne Abweichung im östlichen Asien nimmt; sie durch Japan zu ziehn sey unzulässig, da sie nach richtigen Beobachtungen durch Sibirien gehe. (Was hätte wohl Euler zu den neuesten Beobachtungen gesagt, die eine Linie ohne Abweichung von Süden nach Norden gehend aufstellen?) Noch führt er an, dafs eine von ihm entworfene Charte, in welcher $a = 14°$, $b = 35°$ und $\gamma = 63°$ angenommen wurde, derjenigen von 1744 ziemlich nahe gekommen sey, noch besser aber falle sie aus, wenn man a auf $17°$, b auf $40°$ und γ auf $63°$ festsetze.

Wir haben diesen kurzen Abrifs von Euler's Theorie hier aufgenommen, weil sie, als ein erster Versuch in einer so schwierigen Aufgabe, in der Geschichte des terrestrischen Magnetismus selbst dann noch einen Platz zu verdienen scheint, wenn sie als mifslungen anzusehn wäre. Wirklich geht, wenn

wir auch die Frage, ob die Erde nur zwei oder vier magnetische Pole habe, auf sich beruhn lassen, das Ungenügende dieser Auffassung des Gegenstandes schon daraus hervor, dafs die Linien gleicher Abweichung vom magnetischen Pole ausgehend in den Erdpol convergirend übergehn müssen, gleichsam als wenn der Magnetismus mit der Rotation der Erde etwas gemein hätte oder der Erdpol nicht ein blofs geographischer, sondern ein physikalischer Punct auf der Erdoberfläche wäre.

In einer spätern Abhandlung[1] gab EULER unter der Aufschrift *Corrections nécessaires à la théorie de la déclinaison magnétique* eine Erweiterung der bisher von ihm aufgestellten Sätze, wobei er, der Annahme von blofs zwei Polen getreu, dieselben in ungleichen Meridianen und Polarabständen voraussetzt. Immer bemüht, HALLEY's vier magnetische Pole entbehrlich zu machen und das Unzulängliche seiner Theorie zu rechtfertigen, leitet ihn sein Scharfsinn auf die Bemerkung, dafs die Richtung der horizontalen Nadel nur dann auf die magnetische Erdaxe hinweise, wenn entweder die Neigung Null ist oder die Ebene, welche durch die beiden Magnetpole und den Beobachtungsort gelegt wird, mit dem Horizonte des letztern einen rechten Winkel bildet. Es sey nämlich C der Fig. 210. Mittelpunct der horizontalen Nadel, SIMN der Horizont und CN die Richtung des Meridians. Denkt man sich nun die Nadel um ihren Schwerpunct C frei beweglich, so wird sie die Richtung CL annehmen, so dafs der Punct L in der Ebene CLM sich befindet, welche vom Centrum der Nadel aus durch die beiden Magnetpole gelegt wird, deren Richtung in dem Bogen ML sich darstellt. Wird nun die Nadel an ihrem erhobenen Ende so lange mit Gewichten beschwert, bis sie horizontal liegt, so wird ihr Ende L durch den Verticalkreis LI sich erheben, und sie wird in der Linie CI zur Ruhe kommen, während der horizontale Theil ihrer ursprünglichen Richtung durch CM ausgedrückt wird. Man wird also für die Abweichung den Bogen IN statt MN erhalten. Der Unterschied IM oder die Verbesserung dieser Abweichung findet sich im sphärischen Dreiecke MIL aus $\text{Sin.}\,IM = \frac{\text{Tang.}\,IL}{\text{Tang.}\,MIL}$

1 Hist. de l'Acad. de Berlin. 1766. p. 213.

und diese Correction wird desto größer ausfallen, je größer die magnetische Neigung und je kleiner der Winkel ist, den die magnetische Ebene mit dem Horizonte macht.

Wäre dieses der Fall, so würde es allerdings um unsere Bestimmung der magnetischen Pole aus Abweichungsbeobachtungen schlecht aussehn, weil dazu gerade solche Puncte gebraucht werden, bei denen wegen ihrer Nähe zum Pole die Neigung bedeutend ist. Allein Euler's Räsonnement, welches offenbar nur die Fehler seiner Charte entschuldigen und die Annahme der zwei Pole retten sollte, ist illusorisch und bezieht sich nur auf eine Nadel, die in ihren Seitenbewegungen gehemmt ist, wie z. B. die eines Inclinatoriums. Eine ganz bewegliche Nadel hingegen wird noch immer von der magnetischen Kraft in die Ebene MN gezogen werden und ihr nördliches Ende wird, bei der Belastung des südlichen nicht im Verticalkreise LI, sondern im Bogen LM ansteigen und dem Drucke des Gegengewichts, sowie dem magnetischen Zuge gehorchend in der Richtung CM sich festsetzen. Immerhin möchte diese Bemerkung bei Beobachtung der stündlichen Veränderungen der Abweichung ihre Anwendung finden, wenn eine durch die Lufttemperatur bewirkte Veränderung der Intensität die Abweichungsnadel aus ihrer horizontalen Lage gebracht hätte. Euler selbst macht indeſs von seiner Bemerkung keinen Gebrauch, weil nicht nur die Untersuchung verwickelter, sondern auch wegen Mangels an Neigungsbeobachtungen unmöglich wird. Dagegen theilt er verschiedene zu einer Theorie des Erdmagnetismus gehörige Sätze und Aufgaben mit, um, wie er sagt, in dieser kitzlichsten aller bisher gemachten Untersuchungen doch wenigstens etwas vorwärts zu dringen. Er legt hierbei die Vorstellung einer wirklichen *magnetischen Axe* im Innern der Erde zum Grunde und schickt folgende Definitionen voraus.

1) Die magnetische Axe ist eine gerade Linie, welche von einem magnetischen Pole der Erde zum andern gezogen ist. Sie geht, wenn diese Pole einander diametral gegenüber stehn, durch das Centrum der Erde, oder bildet, im entgegengesetzten Falle, eine Chorde, die um so kleiner ist, je weiter sie vom Mittelpuncte absteht.

Fig. 211. 2) Die Mitte D dieser Axe AB heiſst das magnetische Centrum.

3) Der magnetische Aequator ist ein gröſster Kreis, auf dessen Ebene die magnetische Axe senkrecht ist. Er geht also sowohl durch das magnetische Centrum, als auch durch das Centrum der Erde. Seine Pole (insofern nicht jene Axe durch den Mittelpunct der Erde geht), sind verschieden von den eigentlichen Magnetpolen und befinden sich an den Enden eines Diameters ab, der durch die Kugel parallel mit der magnetischen Axe gezogen ist.

4) Der magnetische Diameter ist die Linie EF, welcher senkrecht die Mitte D der Axe durchschneidet; er liegt also im magnetischen Aequator.

5) Der erste magnetische Meridian ist derjenige gröſste Kreis, welcher sowohl durch die Magnetpole A, B, als auch durch die Pole a, b des magnetischen Aequators geht. Seine (hier ungleichen) Theile sind die Bogen AFB und AEB.

6) Jede Ebene, welche durch die Magnetaxe gehend die Kugel durchschneidet, bildet auf dieser einen magnetischen Meridian. Mit Ausnahme des ersten Meridians sind alle übrige kleinere Kreise der Kugel. Es sey AeB ein solcher Kreis, der vom magnetischen Aequator in e durchschnitten wird, so zeigt das Bogenstück Ee seinen Abstand vom ersten Meridiane, das aber keineswegs als das Maſs dieser Meridiandifferenz anzusehn ist. Ebenso liefert der Winkel EAe, den beide Kreise oder ihre Tangenten in A bilden, eine neue Bestimmung für die Lage des Meridians AeB, und endlich ist diese noch auf den Winkel zu beziehn, der in a und b von den durch e und E gezogenen Kreisen eingeschlossen wird. Diese drei Data sind dergestalt von einander abhängig, daſs, wie weiterhin gezeigt werden wird, aus je einem derselben die beiden übrigen sich bestimmen lassen.

Euler beschäftigt sich nun zunächst mit den hierauf bezüglichen Problemen und zeigt, wie aus der gegebenen Lage der Magnetpole A und B und der Neigung eines Meridians AeB gegen den ersten Meridian AEB der Radius jenes Meridians, die Zahl der Grade, die er faſst, und der Winkel EAe zwischen beiden gefunden werden könne. Bezeichnet man nämlich die Neigung der beiden Meridiane durch φ, den zwischen ihnen liegenden Bogen des Aequators oder den Winkel ECe mit ψ und den Winkel an den Polen EAe mit ω, den Winkel ACa, dessen Sinus die Entfernung der

Magnetaxe vom Centrum der Kugel = CD ausdrückt, mit a, so ist

$$\text{Sin.}(\psi-\varphi)=\text{Sin.}\,\alpha\,\text{Sin.}\,\varphi \text{ und } \text{Tang.}\,\omega=\text{Cos.}\,\alpha\,.\,\text{Tang.}\,\varphi.$$

Mit den nämlichen Bezeichnungen erhält man für die Neigung des magnetischen Meridians gegen den Horizont eines gegebenen Orts L, die wir $=\eta$ setzen wollen, folgende Relationen:

$$\text{Cos.}\,\eta=\text{Sin.}\,\alpha\,.\,\text{Sin.}\,\varphi;\ \text{Tang.}\,\eta=\frac{1+\text{Sin.}\,\alpha\,.\,\text{Cos.}\,\psi}{\text{Sin.}\,\alpha\,.\,\text{Sin.}\,\psi};$$

$$\text{Tang.}\,\varphi=\frac{\text{Cos.}\,\alpha}{\text{Sin.}\,\alpha\,.\,\text{Sin.}\,\omega}.$$

In seinen frühern Untersuchungen hatte Euler nur auf das Phänomen der Abweichung Rücksicht genommen. Um auch dasjenige der Neigung aufzunehmen, greift der um Aushülfe nie verlegene Analyst eine Hypothese auf, durch welche die Richtung der freischwebenden Nadel gleichsam mit einem Worte bestimmt wird, und die ihm dann zu vielen hiervon abhängigen Problemen den Weg öffnet. Sie besteht in Folgendem.

Fig. 212. „In jedem gegebenen Orte L ist die magnetische Richtung LM von der Beschaffenheit, dafs sie mit der vom Beobachter nach der Mitte der Magnetaxe gezognen Linie den nämlichen Winkel bildet, welcher von ebendieser Linie und der Magnetaxe selbst eingeschlossen wird, dergestalt, dafs DLM = LDM."

Setzt man CL = r, BD = AD = a, DC = r(r² — a²) = s, DL = u und den Winkel LCe oder die magnetische Breite des Orts = λ, so erhält man nach den gehörigen Substitutionen:

$$\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}\,\text{TLM}=\frac{(r-s)\,\text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}\lambda}{u} \text{ und } \text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\,\text{TLM}=\frac{(r+s)\,\text{Cos.}\,\tfrac{1}{2}\lambda}{u},$$

$$\text{also Tang.}\,\tfrac{1}{2}\,\text{TLM}=\frac{r-s}{r+s}\,\text{Tang.}\,\tfrac{1}{2}\lambda.$$

Man findet also leicht, wenn die Magnetaxe bekannt ist, für einen gegebenen Ort die zugehörige Neigung. Schon die Figur und auch die Formel lehrt, dafs in e, d. h. im magnetischen Aequator, die Direction LM mit der Magnetaxe parallel, also horizontal wird und dafs die Neigung zunimmt, je mehr der Punct L dem Orte B sich nähert; dort also fällt sie mit der Axe selbst zusammen und bildet mit der Verticale einen Winkel, dessen Sinus der Abstand des magnetischen Cen-

rums D vom Mittelpuncte C des magnetischen Meridianes ist. Jenseits B und ebenso jenseits A giebt es eine Stelle i oder i', wo die Nadel nach C hingeht, also vertical ist, und mithin kann man, wenn diese beiden Stellen bekannt sind, die Lage der Magnetaxe selbst bestimmen. Euler hält es nicht für allzuschwierig, an eine solche Stelle zu gelangen, und findet, daſs man da nicht einmal eines Inclinatoriums bedürfe, indem bekanntlich da, wo die Neigung 90° ist, die horizontale Direction aufhört, man mithin aus der Veränderlichkeit oder Unthätigkeit des Compasses schon schlieſsen könne, daſs man auf einem solchen Fleck sich befinde. Diese Unentschiedenheit der Boussole werde schon in einer beträchtlichen Entfernung von jenem Puncte sich einstellen; es sey jedoch leicht, den Mittelpunct dieser Region zu finden, auch bedürfe es keiner groſsen Genauigkeit. Dem gewandten Analysten ist es nun ein Leichtes, unter den gemachten Voraussetzungen die magnetische Abweichung für jeden Ort der Erde, ebenso dessen magnetische Länge und Breite und andere hiervon abhängige Aufgaben zu bestimmen, und er findet, daſs, wenn man diese Puncte i und i', wo die Nadel senkrecht ist, den eigentlichen Magnetpolen substituire, seine frühere Theorie vollkommen richtig sey. Die letztere Art der Auffassung habe vor jener den Vorzug, daſs aus dieser nicht bloſs die Abweichung, sondern auch die Neigung sich ableiten lasse. Freilich beruhe aber alles auf der Richtigkeit der oben angeführten Hypothese über die Gleichheit der Winkel D und L im Dreiecke DML; sollte diese fallen, so hätte man sich gar nicht zu verwundern, wenn seine Bestimmungen unwahr befunden würden.

Nach einer kurzen Digression über die sogenannten *routes magnétiques* (d. h. solche Linien auf der Erdoberfläche, deren Tangenten an jedem Orte die Richtung der Boussole angeben und die er für die Darstellung der magnetischen Erscheinungen den Halley'schen Linien vorzieht), kehrt Euler zu der ursprünglichen Aufgabe zurück, bei bekannter Lage der Magnetpole aus der geographischen Länge und Breite eines Orts dessen magnetische Länge und Breite und die dortige Abweichung zu finden.

Wiederum zeigt er, wie aus den beobachteten westlichen Abweichungen ω, ω', ω''... mehrerer Orte, deren Polardistanz p und westliche Länge q bekannt sey, die Lage der

Magnetpole und die Abweichung für alle übrige Orte der Erde sich ableiten lasse, und gelangt auf folgende Endgleichung:

$$\text{Tg.}\,\omega = (\text{a.Sin.p} + \text{f.Cos.p Cos.q} + \text{g Cos.p Sin.q} - \text{h Sin.q} - \text{k Cos.q})$$
$$:(\text{b.Sin.p} - \text{f Sin.q} + \text{g Cos.q} - \text{h Cos.p Cos.q} - \text{k Cos.p Sin.q}),$$

wobei $ab = fh + gk$. Schon vier Beobachtungen reichen daher hin, die Coefficienten a, b, f, g, h, k zu bestimmen. Bei Anwendung mehrerer hinreichend von einander entfernter Beobachtungen werden jedoch die Resultate genauer und die Gleichung für ab kann zur Verification und zur Ausgleichung der den Seebeobachtungen immer anklebenden Fehler dienen. Zur Probe stellt Euler aus dem funfzigsten Bande der Philos. Transactions funfzehn Orte zusammen, wo im J. 1756 die Declination = 0 war, wodurch sich die Gleichung

$$0 = \text{a Sin.p} - \text{b.Sin.p.Tang.}\,\omega + \text{f(Cos.p Cos.q} + \text{Sin.q.Tg.}\,\omega)$$
$$- \text{h(Sin.q} - \text{Cos.p.Cos.q Tang.}\,\omega) + \text{g(Cos.p.Sin.q} - \text{Cos.q.Tang.}\,\omega)$$
$$+ \text{k(Cos.q.} + \text{Cos.p.Sin.q.Tang.}\,\omega)$$

in folgende verwandelt:

$$0 = \text{a Sin.p} + \text{f.Cos.p.Cos.q} + \text{g Cos.p.Sin.q} - \text{h Sin.q} + \text{k Cos.q}.$$

Die Complemente der Breiten gehn in diesen Beobachtungen vom 60sten bis 120sten Grade, und wenn man die unter dem Aequator zuerst nimmt, so hat man wegen $p = 90°$

$$\text{a} - \text{h Sin.q} + \text{k Cos.q} = 0.$$

Die schlechte Uebereinstimmung der gefundenen Resultate veranlafst Euler noch mit einigen Beobachtungen aus der Hudsonsbai sein Heil zu versuchen, in welchen bedeutende Declinationen vorkommen. Allein auch diese gewähren keine Befriedigung und sind weit davon entfernt, die Bedingung, dafs $ab = fh + gk$ sey, zu erfüllen. Seine Gegner, bemerkt Euler, werden nicht ermangeln, aus der Nichtbestätigung seiner Theorie den Schlufs zu ziehn, dafs man dennoch zu den vier magnetischen Polen zurückkehren müsse. Dazu sey aber noch kein Bedürfnifs vorhanden; man könne eine hinreichende Verbesserung dadurch erhalten, wenn man annehme, dafs das magnetische Centrum sich nicht gerade in der Mitte der magnetischen Axe befinde, wie er zur Vereinfachung der Rechnung angenommen habe. Eine Versetzung dieses Centrums scheine ihm sehr nothwendig und naturgemäfs, obgleich dadurch die Berechnung bedeutend schwieriger werde; der Ge-

enstand selbst sey jedoch wichtig genug, um keine Mühe zu iner Erforschung zu scheuen.

Euler's Theorie wurde nachher von Tobias Mayer ieder aufgenommen, der an die vierte jener Voraussetzungen ch hielt, nach welcher die magnetischen Pole in zwei verchiedenen Meridianen und in ungleichen Abständen vom Pole ich befinden. Er bestimmte hieraus die Richtung der freichwebenden Nadel nach einer Hypothese, bei welcher auch ie Stärke der Anziehung in Betracht kam. Gleich Euler erband er die zwei Magnetpole der Erde durch eine gerade inie als Axe, deren Mitte er als das Centrum der magnetichen Wirksamkeit annahm und dessen Kraft auf einen Punct n der Oberfläche der Erde er dem Cubus der Distanz umekehrt proportional setzte. Nach neuen Formeln, die er hieruf gründete, und mit Bestimmung der nöthigen Constanten us neuen Beobachtungen berechnete er sodann die Abweihung und Neigung für verschiedene Orte der Erde, welche, em Berichte zufolge, den die Göttinger gelehrten Anzeigen on seiner Arbeit geben, mit den damaligen Beobachtungen ut übereinstimmten. Auch er nahm, wie Euler, an, daſs ie Lage dieses magnetischen Centrums an der Axe, so wie iese Axe selbst, veränderlich sey, wodurch dann die Wanerung der Magnetpole und die Veränderlichkeit der magnetihen Abweichung und Neigung erklärt werden sollte. Der inbuſse, den die Wissenschaft durch das Verlorengehn jener mfassenden Arbeit erlitten hat, ist bereits oben (IX. Ausbreiung des Magnetismus) Erwähnung geschehn.

Das sechste Decennium des vorigen Jahrhunderts hatte ich für die Lehre vom Magnetismus besonders fruchtbar eriesen; denn in dieses fallen, auſser den Untersuchungen der rei angeführten Geometer, auch die Forschungen Wilke's, elcher im J. 1766 die erste Neigungscharte construirte[1], und ie Reisebeobachtungen des Schwedischen Seefahrers Ekeergs[2]. Gleichzeitig begannen auch die berühmten Expeditioen des in den Annalen der Nautik unsterblichen Cook, wel-

---

[1] Schwed. Abh. v. J. 1768.

[2] Capt. Carl Gust. Ekeberg's Ostindiska Resa etc. Stockholm 1773. Deutsch: C. G. Ekeberg's Ostind. Reise in d. J. 1770 und 71. Herausgeg. v. Joh. Bernoulli. 1785.

che ihren Nachfolgern, La Perouse, Van Couver und D'Entrecasteau, das schönste Beispiel wissenschaftlicher Thätigkeit aufstellten.

Um die nämliche Zeit trug auch Le Monnier durch ein eigenes Werk, in welchem er mehrere Beobachtungen gesammelt darbot und die Abweichungscharte von Halley, sowie die Neigungscharte von Wilke reproducirte[1], das einige dazu bei, die Aufmerksamkeit des Publicums auf diesen Gegenstand rege zu erhalten. Die Theorie jedoch trat erst im neuen Jahrhunderte wieder hervor, als Biot im J. 18.. A. v. Humboldt's magnetische Reisebeobachtungen commentirte. Nach einer allgemeinen Digression über die damals noch wenig in Ausübung gebrachte Methode der Oscillationen und ihrer Resultate für die Intensität beschäftigt sich Biot mit der Darstellung der Neigungsbeobachtungen, indem er diejenige der Abweichungen als allzuverwickelt bei Seite läfst. Er geht hierbei von der Bestimmung des magnetischen Aequators aus, dessen Lage er aus zwei Beobachtungen von v. Humboldt und La Perouse ableitet. Auf diesen bezieht er alsdann die durch v. Humboldt gemachten Beobachtungen und reducirt ihre geographische Position auf magnetische Längen und Breiten. Indem er den magnetischen Aequator als einen regelmäfsigen gröfsten Kreis ansieht, was bei der geringen Zahl der damaligen Beobachtungen zulässig scheinen konnte, nimmt er in der Axe desselben in gleichen Entfernungen vom Mittelpuncte der Erde zwei Centra anziehender und abstofsender Kräfte, ein südliches und ein nördliches, an, welche die Magnetpole der Erde vorstellen. Unter der Voraussetzung, dafs die magnetischen Kräfte im umgekehrten Verhältnifs der Quadrate der Entfernungen wirken, berechnet er dann die mittlere Senkung, welche der Nadel an einem gegebenen Orte zukommt.

Fig. 213. Es bezeichne nämlich A den südlichen, B den nördlichen Magnetpol und C den Mittelpunct der Erde; in M befinde sich die Nadel an der Oberfläche. Man fälle aus M das Perpendikel MP auf die Axe des magnetischen Aequators und mache $CM = r$, $AM = s$, $BM = u$, $CP = x$, $MP = y$, ...

1 Lois du Magnétisme comparées aux Observ. etc. Paris. 17.. und auch in s. Mém. concernant div. questions d'Astron., de Navigat. et de Phys. Paris 1784. 4.

Winkel MCP $=$ u und CA $=$ CB $=$ a $=$ Kr, so dafs K eine beständige Gröfse $= \frac{a}{r}$ bedeute. X und Y bezeichnen die Kräfte, welche das Theilchen M parallel mit den Axen der x und der y sollicitiren, und β den Winkel, welchen die Richtung der aus beiden entspringenden mittlern Kraft mit der Axe ABD des magnetischen Aequators (und also auch mit der Axe der x) macht, so dafs $\frac{y}{x} =$ Tang. β ist. Man hat nun, wenn F die magnetische Kraft in der Entfernung $= 1$ bedeutet, folgende Gleichungen:

$$X = \frac{F.\text{Cos}.\,MBD}{s^2} - \frac{F.\text{Cos}.\,MAD}{n^2}$$

$$Y = \frac{F.\text{Sin}.\,MBD}{s^2} - \frac{F.\text{Sin}.\,MAD}{n},$$

oder, wenn man die Sinus und Cosinus durch ihre rechtwinkligen Coordinaten ausdrückt,

$$X = \frac{F.(x-a)}{s^3} - \frac{F.(x+a)}{n^3},$$

$$Y = \frac{F.y}{s^3} - \frac{F.y}{n^3},$$

also auch wegen Tang. $\beta = \frac{Y}{X}$

$$\text{Tang}.\beta = \frac{y(n^3 - s^3)}{x(n^3 - s^3) - a(n^3 + s^3)}$$

oder, da $x = r.\,\text{Cos}.\,u$, $y = r.\,\text{Sin}.\,u$, $a = Kr$ ist,

$$\text{Tang}.\,\beta = \frac{\text{Sin}.\,u}{\text{Cos}.\,u - K.\left(\frac{n^3+s^3}{n^3-s^3}\right)} \qquad (I)$$

Nun aber ist

$$n^2 = y^2 + (x-a)^2 = r^2 - 2ax + a^2$$
$$= r^2 (1 - 2K.\,\text{Cos}.\,u + K^2),$$
$$s^2 = y^2 + (x+a)^2 = r^2 + 2ax + a^2$$
$$= r\,(1 + 2K.\,\text{Cos}.\,u + K^2).$$

Setzt man $(1 + 2K.\,\text{Cos}.\,u + K^2) = M$
und $(1 - 2\,K.\,\text{Cos}.\,u + K^2) = N$,

so ist

$$K\left(\frac{n^3+s^3}{n^3-s^3}\right) = \frac{M^{\frac{3}{2}} + N^{\frac{3}{2}}}{M^{\frac{3}{2}} - N^{\frac{3}{2}}}K. \qquad (II)$$

Aus diesen beiden Gleichungen erhält man die Richtung der Nadel in jedem Puncte M, dessen Abstand vom magnetischen Meridiane bekannt ist. Diese Richtung ist jedoch nicht allein vom Winkel u am Mittelpuncte der Erde, sondern auch von der Gröfse K abhängig, d. h. von der Entfernung der beiden Magnetpole vom Mittelpuncte der Erde, in Theilen des Erdhalbmessers ausgedrückt.

Biot berechnet nun nach seiner Formel die magnetische Neigung für einen gegebenen Punct M unter verschiedenen Voraussetzungen von K, das er successiv

$= 1; 0{,}6; 0{,}5; 0{,}2, 0{,}1; 0{,}01; 0{,}001$ setzt.

Er wählte hierzu die Beobachtung Humboldt's vom Jahre 1800 zu Carrichana unter 6° 34′ nördl. Breite und 70° 18 westl. Länge von Paris (folglich unter 14° 52′ nördl. magnet. Br. und 48° 22′ östl. magnet. Länge vom östl. Knoten abgerechnet und erhält nach der Centesimaleintheilung der Grade folgende Fehler:

Angen. Werthe von K	Fehler	Angen. Werthe von K	Fehler
1	26°,04	0,1	3°,13
0,6	14,97	0,01	2,73
0,5	11,73	0,001	2,7
0,2	4,39		

Die berechneten Inclinationen sind alle merklich geringer als die Beobachtung (33°,78) ergab. Setzt man (wie in K=1) die Magnetpole an die Oberfläche der Erde, so erhält man nur 7°,73 Neigung und der Gang der Fehler zeigt, dafs erst mit dem Verschwinden von K eine Uebereinstimmung mit der Beobachtung zu erhalten ist. Man kommt hierdurch zu dem seltsamen Schlusse, dafs die Pole des in der Erde befindlichen Magnets dem Centrum der Erde unendlich nahe seyen oder dafs vom Centrum selbst diese dirigirende Kraft ausgehe. Setzt man in der obigen Formel (II) K = 0, so scheint ihr Werth $= \frac{0}{0}$; wendet man indefs auf diesen Fall die bekannten Methoden an, so findet sich, dafs derselbe dennoch reell und bestimmt ist; er wird nämlich $= \frac{1}{3.\text{Cos. } u}$, und somit wird

$$\text{Tang.}\,\beta = \frac{\text{Sin. u}}{\text{Cos. u} - \frac{1}{3.\,\text{Cos. u}}} = \frac{\text{Sin. 2 u}}{\text{Cos. 2 u} + \frac{1}{3}}$$

und die Neigung I wird $= 100° + u - \beta$.

Biot macht auf den ungleichen Gang der beobachteten Neigungen aufmerksam und weist die Anomalieen nach, denen dieselben hauptsächlich durch den Einfluſs örtlicher Anziehungen ausgesetzt sind. Merkwürdig genug stellt indeſs seine Formel eine Reihe von 22 beobachteten Neigungen, die von 11° südlicher Br. bis 80° nördl. gehn und um mehr als 100° in der Länge variren, mit sehr geringen Abweichungen dar, indem (einige Beobachtungen in America abgerechnet) erst von 50° nördl. Breite an die berechneten Neigungen um 3 bis 4 Centigrade zu groſs werden. Daſs jedoch die aufgestellte Hypothese zur Erklärung der horizontalen Richtungen der Magnetnadel völlig unzureichend sey, wird von Biot selbst anerkannt und ein Versuch überzeugte ihn, daſs die Intensitäten sich nicht dadurch darstellen lassen. Der nördliche Pol des magnetischen Aequators kommt nach Biot's Rechnung in 79° 1′ nördl. Br. und in 27° 42′ westl. Länge von Greenwich zu liegen, also mehr als 70 Grade östlicher, als der Magnetpol in der Baffinsbai; der südliche Pol liegt in derselben Breite und in 152° 18′ östl. Länge.

Biot's Versuch, der wenigstens in Beziehung auf die Inclinationen als ein gelungener anzusehn war, erweckte in dem deutschen Mathematiker Mollweide einen neuen Bearbeiter der Theorie des Erdmagnetismus[1]. Seine bekannt gewordene Arbeit beschränkte sich aber auf Darstellung von Euler's Theorie, mit Berücksichtigung der Modificationen, welche Mayer und Biot in ihren Theorieen aufgestellt hatten[2], so daſs, weil es dem Verfasser entweder an Zeit oder an dem, für solche Untersuchungen erforderlichen, physikalischen Sinne gebrach, die Lehre vom Magnetismus durch sie wenig oder gar keine Beförderung gewonnen hat. Wie Euler nimmt er eine magnetische Axe an, die eine Sehne der Erdkugel bildet. Die Mitte dieser Axe ist das magnetische Centrum und

1 Nach Gilbert's Versicherung, s. dessen Ann. LXX. 26.

2 G. XXVI. vom Jahre 1808.

eine von diesem nach dem Beobachtungsorte gezogene gerade Linie heifst der magnetische Halbmesser des letztern. Eine durch das magnetische Centrum winkelrecht auf die Magnetaxe gelegte Ebene durchschneidet die Oberfläche der Erde in einem gröfsten Kreise und bildet auf ihr den magnetischen Aequator. Die Pole dieses Aequators machen die Endpuncte einer Linie aus, die senkrecht auf jene Ebene durch der Erde Mittelpunct geht; sie sind also von den eigentlichen Magnetpolen verschieden, welche an den Enden einer Sehne sich befinden. Die physische Magnetaxe und die Axe des magnetischen Aequators sind jedoch einander parallel, da beide auf der nämlichen Ebene senkrecht stehn. Alle durch die physische Magnetaxe gelegte Ebenen durchschneiden die Erdkugel in magnetischen Meridianen, von denen jedoch nur ein einziger einen gröfsten Kreis bildet, nämlich derjenige, welcher zugleich durch die Pole des magnetischen Aequators geht, dieser ist der erste magnetische Meridian. Die magnetischen Breitenkreise hingegen sind sämmtlich gröfste Kreise, die durch die Pole des magnetischen Aequators gehn, und der Winkel, den sie mit dem ersten magnetischen Meridiane machen, ist die magnetische Länge, welcher die Bogen des magnetischen Aequators zum Mafse dienen. Unter der magnetischen Breite eines Orts wird also keineswegs das Complement seines Abstandes vom nächsten Magnetpole, sondern dasjenige seines Abstandes von dem eingebildeten Puncte verstanden, welcher überall 90 Grade vom magnetischen Aequator absteht.

Nach diesen Voraussetzungen beschäftigt sich Mollweide mit folgenden Aufgaben:

1) „Aus der bekannten Lage der magnetischen Axe der „Erde die Lage der magnetischen Pole und des magnetischen „Aequators zu finden." Auf Tob. Mayer's Annahmen angewendet ergiebt sich die Stelle des magnetischen Nordpols in 75° 38′ Br. und 328° 17′ östl. Länge von Ferro, die des Südpols in 62° 31′ Br. und 175° 41′ östl. Länge. Jener liegt also in der Baffinsbai, dieser südwestlich von Neuseeland. Wilke setzt den magnetischen Nordpol an die nämliche Stelle, der Südpol jedoch liegt nach ihm mehr nach Südosten. Nach Mollweide's Vermuthung dürfte Wilke die Stellen der Erde, wo die Inclination 90° beträgt, für die magnetischen Pole

eselm haben, was nur dann zulässig ist, wenn die ma-
tische Axe durch den Mittelpunct der Erde geht, eine Ver-
hselung, die anfänglich auch EULER widerfuhr. Die
gung des magnetischen Aequators erhält MOLLWEIDE nach
YER's Daten = 20° 26′ und seine Durchschnittspuncte mit
n Erdäquator in 76° 10′ und 256° 10′ östl. Länge von
ro. Auf WILKE's Neigungscharte ist der magnetische Ae-
tor kein gröfster Kreis, indem der gröfste Abstand nördl.
, südlich nur 14° beträgt; der eine Knoten fällt in 54°
. L. BIOT dagegen hält sich nach neuern Beobachtungen
berechtigt, den magnetischen Aequator als einen gröfsten
is zu betrachten. Er giebt ihm 11° bis 12° Neigung und
t seine Knoten in 84° 26′ und 264° 26′ östl. L. v. Ferro[1].
ichwohl findet er später, dafs COOK's und BAYLY's Beob-
tungen in der Südsee vom J. 1777 mit dieser Annahme
it vereinbar sind, ja dafs zwischen 158 und 256° westl. L.
Paris Inflexionen der Linie ohne Neigung vorkommen, die
Annahme von drei, vielleicht vier Durchschnittspuncten
er Knoten nöthigen.

2) „Wenn die Lage des magnetischen Aequators und des
sten Meridians bekannt ist, aus der geographischen Be-
mmung eines Orts die magnetische Länge und Breite des-
ben zu finden, und umgekehrt, nebst dem Winkel, den
r magnetische Breitenkreis mit dem Meridiane des Orts
cht."

3) „Aus der magnetischen Länge und Breite eines Orts
: Gröfse des aus dem magnetischen Mittelpuncte nach dem
te gezogenen magnetischen Halbmessers und den Winkel,
n dieser mit der magnetischen Axe macht, zu finden."

4) „Es ist der magnetische Halbmesser eines Orts und
: Winkel desselben mit der magnetischen Axe gegeben,
ch ist die Entfernung der Mittelpuncte der Action des di-
irenden Magnets vom magnetischen Centrum und das Ge-
z, welchem die Totalkraft des dirigirenden Magnets folgt,
kannt; man soll die Richtung, welche eine in ihrem Schwer-
ncte frei aufgehängte Magnetnadel an dem gegebenen Orte
nimmt, bestimmen."

5) „Aus dem Winkel, den die Richtung der Nadel mit

1 Traité de Phys. expér. et mathém. III. p. 181.

„dem magnetischen Halbmesser eines Orts einschliefst, di
„Neigung der Nadel und

6) „aus ebendiesen Stücken ihre horizontale Abweichung
„zu bestimmen."

7) „Endlich die Orte anzugeben, wo die Neigung der
„Nadel 90° ist."

Die Formeln, die Mollweide zur Auflösung der Probleme aufstellt, sind keineswegs einfach zu nennen. Si werden noch umständlicher durch die damals herrschende Un gewifsheit über das Gesetz der Ausbreitung der magnetisch Kraft, welches Euler gleich der Umkehrung der einfach Distanz, Mayer gleich derjenigen ihrer dritten Potenz a nahm. Auch gründen sie sich ganz auf die Euler'sche Hy these einer einzigen Magnetaxe. Es ergeben sich dem aus derselben in Beziehung auf No. 7 nur zwei Stellen der Erde, wo die Neigungsnadel vertical steht; beide lieg im ersten magnetischen Meridiane. Wäre Euler's Ans über die magnetische Ausbreitung die richtige, so würde ni nur der ungemein zusammengesetzte Ausdruck für die Best nung der Abweichung etwas weniger verwickelt sich ge ten, sondern es ergäbe sich noch daraus die schöne Eig schaft, dafs der Kreis der Erdkugel, welcher durch de den Puncte, wo die Nadel vertical ist und durch einen benen Ort geht, an demselben die Richtung der Azimuthal bezeichnen würde, ein Vortheil, der den Verfasser, we als Mathematiker mehr die Form der Auffassung, als das p sikalische Verhalten an sich interessirt, zu dem halb ausge chenen Wunsche verleitet, „dafs Euler's Hypothese der der Natur seyn möchte."

Auf dem magnetischen Aequator ist die Bestimmung Abweichung vom Gesetze der Ausbreitung unabhängig. K man daher die Lage desselben aus directen Beobachtungen lassen sich aus zwei auf demselben beobachteten Abweich gen alle zur Kenntnifs des magnetischen Zustandes der E erforderlichen Gröfsen bestimmen. Mollweide entwi auch hierzu die nöthigen Formeln, hauptsächlich in der sicht, auf diesem Wege das Gesetz der Ausbreitung des gnetismus in der Erde (oder vielmehr des in derselben a nommenen Magnetkerns) zu erforschen. Er selbst hoffte terhin diese Aufgabe vorzunehmen, deren Lösung ihm jed

ch andere übernommene Arbeiten entzögen und seither auch
ch die im IXten Abschnitt dieses Artikels erörterten For-
ungen überflüssig geworden ist.

Der Vollständigkeit wegen möge hier noch eine Theorie
s tellurischen Magnetismus erwähnt werden, welche mit ei-
m großen Aufwande von Nachdenken entworfen und durch
hsame Berechnungen auf eine Menge vorhandener Beob-
htungen angewandt manche dieser schwierigen Erscheinun-
n zwar allerdings erklärt, keineswegs aber auf eine solche
ise befriedigend, daſs dadurch die Kühnheit und innere
wahrscheinlichkeit der zum Grunde liegenden Hypothese
gewogen würde. Steinhäuser[1] richtete sein Augenmerk
ht bloſs vorzüglich, sondern ausschlieſslich auf die Abwei-
ngen der Magnetnadel und dann wieder speciell auf die
riodischen Veränderungen derselben. Diese zu erklären
mt er einen Magnet im Innern der Erde an, welcher als
bständiger Planet (*Minerva*, *Pluto* oder sonst benannt)
der Entfernung von 0,2 des Erdhalbmessers, also in 172
ilen unter der Oberfläche der Erde, binnen 440 Jahren
en Umlauf beendigen soll. Ungeachtet der Erfinder dieser
pothese ihre Uebereinstimmung mit den periodischen Wech-
n der Declination und der damals angenommenen zwei ma-
tischen Pole ziemlich befriedigend nachwies, so hat sie
och bei den Physikern so wenig Beifall gefunden, daſs
kaum überall beachtet wurde, was auch sehr natürlich fol-
mulste, da sie keineswegs vollständig begründet war.
Es wäre nämlich erforderlich gewesen, aus ihr nicht bloſs
veränderlichen Abweichungen, sondern auch die Neigun-
und Intensitäten genügend abzuleiten[2], auſserdem aber die
wegenden Kräfte nachzuweisen, in Folge deren ein solcher
gnetischer Planet seine Bahn zu durchlaufen vermöchte.
dieses geschehn ist, würde eine Widerlegung voreilig und
ütz seyn.

Ungefähr um die nämliche Zeit beschäftigte sich mit die-
Untersuchungen ein Mathematiker, dem sie nicht bloſs
mathematische Aufgabe, sondern eine wahre physikali-
e Angelegenheit waren, der schon in den frühern Ab-

---

1 G. LVII. 393. LXI. 75. LXV. 267.

2 Vergl. Jen. Allg. Lit. Zeit. 1818. N. 165.

schnitten öfter genannte Christopher Hansteen, Prof. zu Christiania. Die Ansicht eines von der damaligen kosmogra-phischen Gesellschaft in Upsala verfertigten Erdglobus von zwei Fuſs im Durchmesser scheint den ersten Impuls zu einer Bewegung gegeben zu haben, die nachher durch diesen For-scher eine Anregung für ganz Europa geworden ist und eine neue Epoche für den Erdmagnetismus begründet hat. Auf die-sem Globus fand sich am Südpole eine längliche elliptisch Figur als *regio polaris magnetica* bezeichnet, deren Brenn puncte der eine bei Van Diemens Land als *regio fortior*, d andere am Feuerlande als *regio debilior* angemerkt wa Eine Inschrift auf der Kugel besagte, daſs diese magnetis Region von Wilke aus Cook's und Fourneaux Beobacht gen ausgemittelt worden sey. Nachdem Hansteen durch V gleichung jener Beobachtungen von der Richtigkeit dieser Pu sich überzeugt hatte, sah er sich lange vergeblich nach ä lichen Angaben für die nördliche Hemisphäre um, bis ihn gehaltreiche Repertorium von Reuss auf Hutchin's Beo tungen in der Baffinsbai und auf Euler's und Lambert's A beiten aufmerksam machte. Schubert's magnetische Beo achtungen, die er auf der russischen Gesandtschaftsreise n China im J. 1805 in Sibirien angestellt hatte und d Berliner astron. Jahrbuche für 1809 abgedruckt worden, l ferten auch für den schwächern nördlichen Pol einige A gaben.

Hansteen unternahm nun, eine ganz neue, eigenthü che und vollständige Bearbeitung der Lehre vom Magneti in seiner ganzen Ausdehnung zu liefern, und die Frucht ner Anstrengungen erschien endlich im J. 1819 in seinem kannten ausführlichen Werke[1].

Die groſsen Auslagen, die der Verfasser, der sich lich zum Selbstverlag entschlieſsen muſste, bei diesem We hatte, der geringe Absatz, die Anhäufung von Materi vielleicht auch die Hoffnung, im Laufe der Zeit immer Vollständigeres und Genügenderes zu liefern, haben wohl s

---

1 Untersuchungen über den Magnetismus der Erde von Ch Hansteen; übersetzt von P. Treschow Hanson. Erster Theil: die chanischen Erscheinungen der Magneten, mit 5 Kupfertafeln u Charten. Christiania. 4.

ır die Herausgabe eines zweiten Theils aufgehalten. Unterdefs hat der Verfasser durch Mittheilung von Abhandlungen nd magnetischen Charten in verschiedenen Zeitschriften sattm bewiesen, dafs er diesen Gegenstand keineswegs aufgeeben habe, sondern sich gleichsam als den Geschäftsführer ines Faches, das er ins Leben gerufen hat, ansehe.

Sein Werk zerfällt in acht Hauptstücke, deren Bearbeing 301 Quartseiten einnimmt, welchen dann noch auf 140 iten als Anhang eine schätzbare Sammlung älterer und neuer Abweichungs- und Neigungsbeobachtungen beigefügt worn ist. In der Einleitung wird, nebst einigem Geschichtlin über ältere Abweichungs-Beobachtungen, ein Verzeichs von nahe 70 ältern und neuern Schriften, welche der sf. bei seinen Untersuchungen und Charten benutzt hatte, getheilt.

Das erste Hauptstück beschäftigt sich mit den Halley'schen weichungslinien und weist die Elemente nach, aus welm Hansteen seine Abweichungscharte für 1600 construirt t. Sie sind hauptsächlich aus Kircher's *Ars magnetica* d aus Purchas *Pilgrims* genommen. Wir lernen daselbst ter Andern, dafs lange vor Halley ein gewisser Pater ristoph Burrus, der in Lissabon sich aufhielt, solche gnische Charten gezeichnet habe: „*Observatos declinamis gradus diligenter annotabat in mappa geographica ac in finem confecta, et per singulos homonymos gradus ducebat lineas, quas ipse vocabat tractus chalyboelitir*" etc.[1]. Sie sollten ihm nämlich zur Findung der geograchen Länge dienen und er soll für dieses Geheimnifs 00 Ducaten (*quinquaginta millia ducatorum*) vom König s Spanien begehrt haben. Schon damals war jedoch das zulängliche dieser Methode anerkannt. Hansteen vercht sodann die Gestalt der magnetischen Linien vom J. 00 mit dem J. 1700. Es ergiebt sich als Hauptresultat, s sie in der nördlichen Halbkugel ostwärts, in der südlin nach Westen sich bewegen. Verbindet man die Puncte, welchen die gleichbedeutenden Abweichungslinien von 1600

[1] Athan. Kircheri S. J. Magnes sive de arte magnetica Opus rtitum. fol. 2te Ausgabe v. 1643. p. 443. und 3te Ausg. 1654. 350.

und von 1700 einander durchschneiden, durch Linien, so erhält man Curven, die von Nord nach Süd sich ziehn. Eine derselben geht durch Labrador in südöstlicher Richtung, bis sie in etwa 25° nördl. Breite eine westliche Länge von 40° (Greenwich) erreicht, dann bewegt sie sich meistens in südlicher Richtung durch die Ostküste von Brasilien und erreicht im 50° südl. Breite die Insel Südgeorgien. Die andere, vom Kaspischen Meere ausgehend, zieht sich durch den Persischen Meerbusen östlich an Madagascar vorüber gegen Kerguelens Land. Auf diesen Stellen wäre also die Abweichung an den beiden Grenzen eines Jahrhunderts dieselbe gewesen. Im folgenden Jahrhundert zwischen 1700 und 1770 finden wir die erstere dieser Linien zwar ebenfalls von Labrador ausgehend, aber ohne östliche Tendenz direct südwärts durch die Bermudas-Inseln bei Venezuela in das Festland von Südamerika eindringend und an der Westseite der Andes sich fortziehend durch die Falklandsinseln nach Neuschottland fortschreiten. Auch die östliche dieser Linien hat sich von 1700 bis 1770 nach Westen geschoben; sie geht nun durch Abyssinien westlich von Madagascar, biegt sich in 42° südl. Breite nach Osten um und wendet sich nordöstlich gegen Neuholland, um von da an direct nordwärts durch die Halbinseln Malacca und Siam aufzusteigen. Auch diese Curven sind also einer Verrückung nach Westen unterworfen, die Durchschnittspunkte aus denen sie gebildet sind, können jedoch nicht für Stellen einer permanenten Abweichung gelten, da, wenn man die Abweichungslinien von je 10 zu 10 Jahren vergleichen wollte, man daraus auf neue Stellen geführt würde. Bemerkenswerth ist noch, dafs in der Südsee die Abweichung sich viel langsamer verändert, als im Atlantischen und Ostindischen Meere.

Das zweite Hauptstück beschäftigt sich mit den Neigungslinien und mit der magnetischen Kraft. Hansteen giebt im Allgemeinen die Theorie der Neigungsnadel, ohne sich jedoch auf ihre Construction einzulassen, und discutirt sodann die von den grofsen Seefahrern Henry Hudson und W. Baffin angestellten Neigungsbeobachtungen, auf welche seine Neigungscharte für 1600 gegründet ist. Von dieser geht er zu seiner Charte für 1700 und zu derjenigen vom J. 1[illegible] von Wilke, dem Erfinder der Neigungscharten, über.

ünden sich beide auf die Beobachtungen von Cunighgham, uillée, La Caille und Ekeberg. Der bloſse Anblick r Charte lehrt (was später theoretisch erwiesen wird), daſs der Nähe des magnetischen Aequators die Neigungen dopelt so schnell zunehmen, als die Breiten, während ungefähr 50° Breite beide gleichen Schritt halten und daſs bei 70° is 80° Neigung diese nur halb so stark sich ändern, als die reiten. Nach Wilke's Charte liegt die gröſste nördliche reite des magnetischen Aequators in 19°,5 geographischer reite, die südliche in 12° südlicher Breite, der magnetische equator bildet also keinen gröſsten Kreis, was schon an sich r Idee von einer einzigen Magnetaxe entgegensteht. Auch s den spätern Beobachtungen von Le Gentil, Cook und ing, Panton, La Perouse, Ekeberg, Abercrombie, ollert, Vancouver und Krusenstern, nach welchen die urchschneidungspuncte des magnetischen Aequators mit dem rdäquator nur um 135 Grade auseinander liegen, ergiebt ch ebenfalls, daſs der erstere kein gröſster Kreis sey. Die ittlere jährliche Abnahme in Europa kann man auf etwa 4 Min. tzen. Die nördliche Neigung nimmt in Nordamerica zu, in uropa ab, im östlichen Asien wieder zu, die südliche Neiung nimmt bei Südamerica ab, ist um das Vorgebirge der ten Hoffnung beständig und nimmt bei den Sunda-Inseln d in Neuholland ab.

In Beziehung auf die magnetische Kraft konnte Hansteen zu jener Zeit (1819) sich nur an De Rossel's und Humboldt's Beobachtungen halten. Er giebt sie vollständig abgedruckt[1] und berechnet, wobei die Intensität im magnetischen Aequator in Peru (in 7° 1' südl. Breite und 42° estl. Länge von Greenw.) als Einheit angenommen ist. Es eht aus diesen Beobachtungen folgende Schlüsse:

a) Im Allgemeinen nimmt zwar mit der Neigung auch die agnetische Kraft zu, doch nur unter dem nämlichen Meriane.

b) Wenn zwei Orte gleiche Neigung haben, so ist (von merica ausgehend) die Kraft im westlichsten am stärksten nd nimmt gegen Osten sogar bedeutend ab; unweit Africa rreicht sie in jeder isoklinischen Linie ihr Minimum und ist

---

1 Aus G. XII.

gegen Neuholland wieder zunehmend. Das kleinste Minimum der Kraft, die Intensitätseinheit, möchte also eher gegen Neuholland hin als in America liegen.

c) In einem und demselben Meridiane scheint die Kraft (bei gleichem Zuwachse der Neigung) schneller zuzunehmen, wenn die Orte in America und Neuholland, als wenn sie in Africa und Europa liegen.

Im dritten Hauptstück bestimmt Hansteen die Zahl, Lage und Umlaufszeit der Magnetpole um die Erdpole. Die convergirenden Richtungen der horizontalen Nadel weisen auf bestimmte Stellen als Convergenzpuncte des Erdmagnetismus hin; ebenso führt die Zunahme der Neigung und auch die der Intensität auf gewisse Stellen des Maximums hin. Ob aber die auf drei verschiedenen Wegen erhaltenen Indicationen auf denselben Punct hinzielen, ob man daselbst wirklich die eigentlichen Magnetpole zu suchen habe, ist einer spätern Untersuchung vorbehalten. Die bloſse Ansicht der Abweichungs- und Neigungscharten, sowie die ungleiche Zunahme der Intensität nach den Meridianen, verweisen nur auf vier Stellen, von denen Hansteen die beiden südlichen mit A und a (*australes*), die nördlichen mit B und b (*boreales*) bezeichnet, wobei die grössern Buchstaben den beiden wirksamern Polen zukommen. A fiel im Jahr 1775 südlich von Vandiemensland in 69° 26' südl. Breite und 136° 6' östl. Länge von Greenwich; B in die Hudsonsbai in 70° 12' nördl. Breite und 98° 45' westl. Länge; a in das südliche Eismeer südwestlich vom Feuerlande in 7[illegible] 18' südl. Br. und 122° 34' westl. L.; b in das sibirische Eismeer in 85° 37' nördl. Br. und 103° 6' östl. L. Die trigonometrische Berechnung, durch welche diese Convergenzpuncte aus nahen Abweichungsbeobachtungen gefunden werden, ist bereits oben[1] erklärt worden.

Aus Vergleichung der Bestimmungen des Puncts A [illegible] 1642 und 1773 erhält Hansteen für die jährliche Bewegung desselben nach Westen 4,69 Min., nach dem Aequator hin 0,75 Min. B zeigte zwischen 1730 und 1769 im Mittel 12,[illegible] Min. östl. und 0,77 M. südliche Bewegung in einem Jahre, a von 1670 bis 1774 ein jährliches Fortschreiten von 16,5 Min. nach Westen und von 1,28 Min. nach dem Südpole hin

1. S. Art. *Abweichung*. Bd. I. S. 141.

von 1770 bis 1805 im Mittel 0,61 Min. zunehmende Entfer-
ung vom Pole und 25,13 Min. östl. Vorrückung.

Obgleich wir an eine Umlaufszeit dieser Puncte um die rdpole keinen rechten Glauben haben, da sie einerseits auf ner ganz unerwiesenen und unnöthigen Vorstellung beruht, ndererseits nur durch eine Regel de tri aus wenigen Jahren uf viele Jahrhunderte geschlossen wird, so können wir doch ine kleine Digression über das Verhältnifs dieser Umlaufszeit, uf welches Hansteen durch einen Pseudonaturforscher unsrer eit geführt worden ist[1], nicht ganz übergehn, sondern thei-n zum Vergnügen der Liebhaber von geheimnifsvollen Zah-n und der Bewunderer indischer Vorweisheit jene Umlaufs-iten, wie sie Hansteen gefunden hat, hier mit und ebenso ach die Periode für die Abweichungen der Magnetnadel in aris, wie sie Burkhardt[2] aus den Beobachtungen von 1580 is jetzt ableitete. Die letztere ergab sich ihm zu 860 Jahren, benso grofs ist seltsamer Weise nach Hansteen's Bestim-mung die Umlaufszeit des Magnetpols b. Hansteen findet nämlich

für b 860 Jahre
- a 1304 -
- B 1740 -
- A 4609 -; so dafs das Verhältnifs dieser Umlaufszeiten der nahe durch die Zahlen 2, 3, 4, 10 sich darstellen läfst. ultiplicirt man diese Zahlen mit 432[3], so erhält man 864, 96, 1728, 4320, also wunderbarer Weise so ziemlich die

---

1 S. Schubert's (nicht des Petersburger Astronomen) Ansichten n der Nachtseite der Natur.

2 V. Zach's monatl. Corresp. z. Beförd. der Erd- und Himmels-unde. Th. III. S. 162.

3 Die Zahl 432 spielt unter den heiligen Zahlen der Indier, Ba-ylonier, Griechen und Aegyptier eine grofse Rolle. Den Brahmanen iente sie zur Berechnung der Sonnenfinsternisse; den Griechen war ie im goldenen Cyclus eine heilige Zahl. Die Erde hat nach den ndiern vier Perioden, von 1×432000, 2×432000=864000, 3×432000 =1296000 und 4×432000=1728000 Jahren. Die Summe aller ier Perioden ist 10×432000=4320000 Jahre. Die drei letzten Welt-lter werden also durch die Umlaufszeiten der drei Magnetpole und ie ganze Dauer der Welt, die *Calpa* der Indier, durch diejenige es vierten Pols repräsentirt, wenn man sie durch die Zahl 1000 di-idirt. Die kleinste Periode, welche die Umlaufszeiten der vier Ma-

obigen Umlaufszeiten. Hansteen scheint übrigens später ni
auf diese Spielereien zurückgekommen zu seyn.

Im vierten Hauptstück tritt Hansteen der Euler'sch
Theorie der Halley'schen Linien näher und zeigt, dafs d
Satz: „ein beweglicher Magnet, welcher sich im Wirkung
„kreise eines unbeweglichen befindet, sey nur dann in R
„wenn beide in einer Ebene liegen," keineswegs allgem
gültig sey und dafs Euler's erste Theorie nur dann be
könne, wenn die Magnetaxe ein Erddiameter ist. Nach
er die oben angeführten fünf Fälle, welche Euler für die L
einer Magnetaxe annahm, aufgeführt hat, hält er sich ha
sächlich bei demjenigen auf, wo die Magnetpole in ung
chen Meridianen und ungleichen Abständen von den Erd
len vorausgesetzt werden. Indem er die Euler'schen Form
erstlich auf die Magnetaxe AB und nachher auch auf ab n
der Lage, welche beide Axen um das Jahr 1770 hatten,
wendet, berechnet er die hieraus hervorgehenden Linien g
cher Abweichung für jede Magnetaxe und stellt sie auf
nem Planiglobium zusammen. Es ergiebt sich nun, dafs d
Euler'schen Linien in der Nähe der vier Magnetpole, als
wo die Kraft des nächsten Poles vorherrscht, mit den b
achteten Abweichungen so ziemlich übereinstimmen, dafs
mit der Entfernung von jenen Polen der Widerspruch
Beobachtungen zunimmt und dafs die letztern in den me
Fällen zwischen die Abweichungen fallen, die aus jeder
allein abgeleitet werden, ein Umstand, der auf der einen
für die richtige Auffassung der Euler'schen Theorie in Be
hung auf eine Axe spricht, auf der andern Seite jedoch
ziemlicher Evidenz gerade das Gegentheil von demjenig

---

gnetpole einschliefst und in welcher sie eine gewisse Anzahl g
Umläufe gemacht haben, ist 60 × 432 (indem 60 das kleinste ge
schaftliche Product der Factoren 2, 3, 4, 10 ist) = 25920 Jahre.
dieser Zeit hätte der Pol b 30, der Pol a 20, B 15, und A 6 g
Umläufe vollendet. Allein die Axe der Erde bewegt sich um den
der Ekliptik (in 72 Jahren 1 Grad) in 72 × 360 oder eben
in 25920 Jahren. Die grofse Magnetperiode fällt also mit der P
cessionsperiode zusammen. Ferner ist der mittlere Durchmesser
Erdbahn = 432 Sonnenradien, derjenige der Mondbahn = 432 M
radien. Welche Summe von Geheimnissen in den ersten drei Za
nach der Einheit!?

was Euler zu beweisen sich bemüht hatte, uns aufdringt, nämlich die Annahme von vier Magnetpolen im Gegensatz zu zweien.

Das fünfte Hauptstück hat die mathematische Theorie des Magnets im Allgemeinen zum Gegenstande. Hansteen untersucht zuerst die allgemeinen Verhältnisse der Anziehung und Abstofsung zweier Magnete und zeigt, dafs diese von der Menge der in ihnen befindlichen magnetischen Theile oder von ihren magnetischen Intensitäten, sodann von dem Gesetze der Vertheilung des Magnetismus im Magnetkörper und endlich von demjenigen des Abstandes beider Magnete abhängig sey. Da für zwei gegebene Magnete die Intensitäten während eines Versuchs als unveränderlich betrachtet werden können, so kommen blofs die Exponenten, welche das Gesetz der Vertheilung und des Abstandes ausdrücken, in Betracht. Hansteen legt denselben in der Formel, welche die Gesammtwirkung der zwei Magnete auf einander ausdrückt, successive die Werthe 1, 2 und 3 bei, wodurch er neun verschiedene numerische Ausdrücke erhält, die er dann mit Versuchen, in welchen die Ablenkungen einer Boussole durch zwei Magnetstäbe in verschiedenen Entfernungen geprüft wurden, in Vergleichung bringt, um zu sehn, welcher von den angenommenen Werthen der Natur am besten gefalle. Wir verweisen hierüber auf dasjenige, was gegen Ende des IXten Abschnittes: *Ausbreitung des Magnetismus* aus Hansteen's Werke mitgetheilt worden ist. Das Gesetz der Abnahme nach der Entfernung läfst weder den Exponenten 1 noch 3 zu und nur der von 2 stimmt mit den Beobachtungen. Weniger tritt aus diesen Versuchen das Gesetz der Vertheilung hervor, doch scheint auch dieses eine Fortschreitung nach der 2ten Potenz des Abstandes von der Mitte des Magnets befolgen zu wollen, was jedoch durch angemessenere Versuche zu entscheiden übrig bleibt.

Hansteen betrachtet sodann die Wirkung eines Linearmagnets (oder eines Magnetstabes) auf einen magnetischen Punct, welcher in einer durch dessen Mittelpunct gezogenen Perpendicularlinie oder in seinem Aequator liegt, und findet erstens, dafs bei gleichem Abstande vom Mittelpuncte des Stabes die Kraft unter dem Pole doppelt so grofs ist, als unter dem magnetischen Aequator, und zweitens dafs die Wirkungen

auf einem Punct in der verlängerten Axe oder im Aequator, sich umgekehrt verhalten wie die dritten Potenzen der Entfernungen vom Mittelpuncte; ein Resultat, welches jedoch die deshalb angestellten Versuche nicht ganz zu bestätigen scheinen. Ebenso leitet er aus seinen Formeln den Satz ab, daſs die gegenseitige Anziehung zweier Magnetstäbe, deren Axen in einer und derselben Linie liegen, sich umgekehrt wie die vierte Potenz der Entfernungen ihrer Mittelpuncte verhalte. Zugleich zeigt er, daſs seine Formel für den Fall nicht passe, wo weiches Eisen vom Magnete angezogen wird, und schreibt dem ungleichen Verfahren der Physiker in der Anwendung von einem oder zwei Magneten bei den Anziehungsversuchen die widersprechenden Erfolge zu.

Fig. 214. Hansteen untersucht nun zuerst allgemein die Lage, welche ein Magnettheilchen A, das in einer gewissen Entfernung von einem Magnetstabe NS sich befindet, annimmt, und sucht aus der Entfernung AC, der Länge des Stabes NS und dem Winkel am Mittelpuncte desselben ACT = U den Winkel BAT = w zu bestimmen[1]. Die sehr verwickelte Formel, auf die er hierbei geräth, löst er zur Vereinfachung in Reihen auf, und gelangt endlich für denjenigen Fall, wo die Entfernung AC = d im Verhältniſs zur Stabeslänge NS = a sehr groſs, also $\frac{a}{d}$ ein sehr kleiner Bruch ist, zu der Formel

$$\frac{3}{r+2}\,\text{Sin.}\,2u\,.\,\text{Sin.}\,w = \left(\frac{2}{r+2} - \frac{6}{r+2}\,\text{Cos.}^2 u\right)\text{Cos.}\,w$$

in welcher r den Exponenten einer Potenz bezeichnet, die das Gesetz der Zunahme der magnetischen Kraft im Stabe von seiner Mitte bis zu den Enden ausdrückt (die Vertheilung des Magnetismus im Innern des Stabes). Da r + 2 an beiden Seiten vorkommt, so ergiebt sich, daſs dieses Gesetz bei groſser Entfernung auf das Verhältniſs von u und w keinen merkbaren Einfluſs habe, und man erhält durch Division mit r + 2

$$3\,.\,\text{Sin.}\,2u\,.\,\text{Sin.}\,w = (2 - 6\,.\,\text{Cos.}^2 u)\,\text{Cos.}\,w, \text{ mithin}$$

$$\text{Cot.}\,w = \frac{3\,\text{Sin.}\,2u}{2 - 6\,.\,\text{Cos.}^2 u} = \frac{\text{Sin.}\,2u}{2\,\text{Cos.}^2 u - \frac{1}{3}} = \frac{-\,\text{Sin.}\,2u}{\text{Cos.}\,2u + \frac{1}{3}},$$

1 Unters. über d. Magnetismus der Erde. I. S. 167—177.

übereinstimmend mit der v. HUMBOLDT und BIOT[1] angegebenen Formel.

Bezeichnet A irgend einen Punct auf der Oberfläche der Erde, in deren Centrum C ein Magnetstab sich befindet, dessen Länge gegen den Halbmesser AC in keinen Betracht kommt, AH die horizontale Richtung durch den Punct A, HAT $=$ i die Neigung der Nadel unter dem Horizont, so ist HAB $=$ ACB $=$ u, TAB $=$ u $-$ i $=$ w. Da nun Fig. 215.

$$\text{Cot.}\,w = \frac{3.\text{Sin.}\,2u}{2 - 6\,\text{Cos.}^2 u} = \frac{3.\text{Sin.}\,u.\,\text{Cos.}\,u}{1 - 3\,\text{Cos.}^2 u} \text{ und}$$

$$\text{Cot.}\,w = \text{Cot.}\,(u - i) = \frac{1 + \text{Tang.}\,u.\,\text{Tang.}\,i}{\text{Tang.}\,u - \text{Tang.}\,i}, \text{ so ist}$$

$$\text{Tang.}\,u - \text{Tg.}\,i = (\tfrac{2}{3}\,\text{Cot.}\,u - \tfrac{1}{3}\,\text{Tg.}\,u)\,(1 + \text{Tg.}\,u.\text{Tg.}\,i)$$

$$3\,\text{Tang.}\,i - 2\,\text{Tg.}\,i = 2\,\text{Cot.}\,u + 2\,\text{Tg.}\,u - \text{Tg.}^2 u.\,\text{Tg.}\,i$$

$$\text{Tang.}\,i = 2\left(\frac{\text{Cot.}\,u + \text{Tang.}\,u}{1 + \text{Tang.}^2 u}\right) = 2\,\text{Cot.}\,w.$$

Bezeichnet nun u den Abstand des Punctes A vom magnetischen Pol S im Bogen, so ist AE die sogenannte magnetische Breite desselben; mithin ist innerhalb der Grenzen der gemachten Voraussetzung die Tangente der magnetischen Neigung gleich der doppelten Tangente der magnetischen Breite.

Schon KRAFT, der zuerst diese Formel aufstellte[2], fand sie mit den Beobachtungen so ziemlich übereinstimmend. Dieses ist jedoch hauptsächlich nur in ganz niedrigen Breiten der Fall, bei höhern und selbst bei den mittlern Breiten sind die Abweichungen stärker. Zur Vergleichung setzen wir eine Tabelle her, die ein durch viele und treffliche Abweichungs- und Neigungsbestimmungen ausgezeichneter Beobachter, Doctor ADOLF ERMAN[3], zusammengestellt hat; sie gilt für die Meridiane zwischen 124° und 142° W. v. Greenw.

1 Journ. de Phys. LIX. u. G. XX.

2 Novi Comm.

3 Berghaus Ann. d. Erd- und Völkerkunde. Bd. II. S. 430.

4) Wenn die Excentricität Co sehr klein ist, so sind die Bogen Nr und Sr' oder der Abstand zwischen den Polen des magnetischen Aequators und desjenigen Puncten, wo die Ax-belinie der Nadel gegen die Peripherie senkrecht ist, gleich der dreifachen Excentricität.

5) In diesem Falle erhält die Nadel in den Endpuncten desjenigen Diameters, welcher auf der Chorde rr' senkrecht steht, also in A und Q, eine horizontale Lage, in r und r' wird sie lothrecht.

Nach einer allgemeinen Untersuchung über die Richtung, die ein Magnettheilchen, das sich im Wirkungskreise eines gröfsern Linearmagnets befindet, annehmen mufs, und über die Kraft, mit welcher es vom letztern sollicitirt wird, wendet Hansteen die erstere Frage auf die magnetische Curve an, und zeigt in Betreff der zweiten, dafs, wenn die Entfernung der Magnete sehr grofs anzunehmen ist, die Intensität K sich durch die Formel

$$K = \frac{mn}{4\varrho^3} \sqrt{10 + 6 \text{ Cos. } 2u}$$

ausdrücken lasse, in welcher m die Summe der anziehenden und abstofsenden Kräfte im Magnete, n diejenigen im Magnettheilchen, u den Winkel bezeichnet, den die Verbindungslinie ϱ beider mit der Axe des erstern macht. Für u = 0 wird $\sqrt{10 + 6 \text{ Cos. } 2u} = \sqrt{16} = 4$, also $K = \frac{mn}{\varrho^3}$, für u = 30° wird $K = \frac{mn}{4\varrho^3} \sqrt{13}$, für u = 45° erhält man den Coefficienten $= \sqrt{10}$, für u = 60° wird er $= \sqrt{7}$ und für u = 90° ist $\sqrt{10 - 6} = \sqrt{4} = 2$, also $K = \frac{mn}{2\varrho^3}$. Bei grofsen Entfernungen ist also die Intensität in der Richtung der Magnetaxe am stärksten und nimmt ab bis zur Stelle, wo sich das Magnettheilchen im Aequator des Magnets befindet; sie ist im erstern Orte, im Pole, doppelt so grofs, als im letztern.

Verbindet man die um einen Magnet liegenden Puncte, in welchen seine Intensität die nämliche ist, durch Linien, so erhält man ein System von *isodynamischen Linien*, wo sich aus der blofsen Beschauung ergiebt, erstlich, dafs jede dieser
Fig. 217. Curven durch die Perpendikel CD in zwei congruente Zweige

eilt wird; zweitens, dafs dieser Durchschnittspunct zu-
hst am magnetischen Centrum C liegt; hingegen drittens
Stellen, wo die verlängerte Axe sie schneidet, am weite-
davon abstehn.

Solche isodynamische Linien kann man sich auch auf der Ober-
he einer Kugel denken, unter welcher sich eine oder auch meh-
Magnetaxen befinden. Hätte die Erde nur *eine* Magnetaxe,
en Mittelpunct mit demjenigen der Erde zusammenfiele, so
lsten auch die isodynamischen Linien mit den Neigungsli-
n zusammenfallen und der magnetische Aequator wäre auf
Erde diejenige Linie, in welcher die Neigung Null und
Intensität ein Minimum wäre; ebenso wären die Parallel-
ise desselben zugleich isoklinische und isodynamische Li-
n und im magnetischen Pole würden Neigung sowohl als
h Intensität ihr Maximum erreicht haben. Alles dieses
mt mit den Beobachtungen keineswegs überein und so
den wir entweder auf mehrere Magnetaxen oder auf eine
hbar excentrische Lage derselben hingewiesen.

Die Schnelligkeit, mit welcher die Intensität von einem
e zum andern sich ändert, ist weder im magnetischen Ae-
tor, noch an den Polen am gröfsten, sondern ihr Maxi-
n hat unter der nämlichen magnetischen Breite statt, wo
Neigungsänderung mit der Breitenänderung gleichen Schritt
, nämlich in 54° 44′.

Nach Obigem ist die Intensität

$$K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{10 + 6\ \mathrm{Cos.}\,2u.}$$

wird also der Werth des unter dem Wurzelzeichen liegen-
Gliedes: für $u = 0°$ wird $\sqrt{10 + 6\,\mathrm{Cos.}\,2u} = \sqrt{10 + 6} = 4$,
$K = \frac{mn}{\varrho^3}$, für $u = 30°$ wird $\sqrt{10 + 6\ \mathrm{Cos.}\,2u} = \sqrt{10 + 3}$

$= \sqrt{13}$, also $K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{13}$,

45° wird $\sqrt{10+6\ \mathrm{Cos.}\,2u} = \sqrt{10+0} = \sqrt{10}$, also $K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{10}$,

60° - - - $= \sqrt{10-3} = \sqrt{7}$, - $K = \frac{mn}{4\varrho^3}\sqrt{7}$,

90° - - - $= \sqrt{10-6} = 2$, -, $K = \frac{mn}{2\varrho^3}$.

Die Intensität wird also, wie schon gezeigt worden, unter den Polen doppelt so grofs, als unter dem Aequator.

Zerlegt man diesen Ausdruck mit Zuziehung der Neigung i auf denjenigen Theil, welcher an einem gegebenen Orte parallel mit der Tangente des Ortes wirkt, so wird

$$k = \frac{mn}{2\varrho^3} \text{ Sin. u.}$$

Der horizontale Theil der Intensität ist also dem Sinus des magnetischen Polarabstandes proportional; er verschwindet unter dem Pole und ist unter dem Aequator der ganzen Kraft gleich, unter 60° magnetischer Breite nur halb so grofs.

Diese Sätze gelten für einen gegen den Erdradius sehr kleinen Magnet, der im Mittelpuncte einer Kugel liegt. Ist der Magnet excentrisch, so wird

$$K = \frac{mn}{2r^3} \frac{(3\,\text{Cos.}^2 v + 8\,e\,\text{Cos.}\,v + 4\,e^2 + 1)^{\frac{1}{2}}}{(1 + e^2 + 2\,e.\text{Cos.}\,v)^2},$$

wo r den Abstand des Beobachtungsortes vom Mittelpuncte der Kugel, v das Complement der magnetischen Breite auf ebendiese bezogen und e den Abstand der kleinen Magnetaxe von einer mit ihr parallelen Axe der Kugel, in Theilen des Radius dieser letztern gegeben, bezeichnet. Diese Kraft wirkt in der Richtung der Neigungslinie. Will man den horizontalen Theil k derselben haben, so mufs dieser Ausdruck mit Cos. i multiplicirt werden. Da aber

$$\text{Tang. i} = 2 \text{ Cot. u und Cos. i} = \frac{1}{\sqrt{1+\text{Tg.}^2 i}} = \frac{1}{\sqrt{1+4\,\text{Cot.}^2 u}}$$

$$\text{so wird } k = \frac{K}{\sqrt{1+4\text{Cot.}^2 u}} = \frac{mn}{4\varrho^3} \sqrt{\frac{10+6\,\text{Cos.}\,2u}{1+4\,\text{Cot.}^2 u}};$$

aber $10 + 6\,\text{Cos.}\,2u = 4 + 12\,\text{Cos.}^2 u$. Multiplicirt man Zähler und Nenner mit $\text{Sin.}^2 u$, so erhält man

$$\frac{4\,\text{Sin.}^2 u(1+3\,\text{Cos.}^2 u)}{\text{Sin.}^2 u + 4\,\text{Cos.}^2 u} = \frac{4\,\text{Sin.}^2 u\,(1+3\,\text{Cos.}^2 u)}{1+3\,\text{Cos.}^2 u} = 4\,\text{Sin.}^2 u$$

also ist

$$k = \frac{mn}{4\varrho^3} \sqrt{4.\text{Sin.}^2 u} = \frac{mn}{2\varrho^3} \text{ Sin. u.}$$

Der mit der Tangente parallele Theil der magnetischen Kraft ist also dem Sinus des magnetischen Polarabstandes proportional. Unter dem Pole, wo u = 0°, ist also die dirigirende

horizontale Kraft $= 0$ und die Nadel ist gleichgültig gegen jede Lage. Unter dem Aequator hingegen, wo $u = 90°$, ist K im Maximum und in 60° Breite beträgt sie die Hälfte hiervon.

Hansteen wendet seine Theorie auf den Fall an, wo eine Nadel durch einen in irgend einem Azimuth derselben liegenden, nach verschiedenen Weltgegenden umgedrehten Magnetstab aus dem Meridiane abgelenkt wird, wobei man die Kraft des Magnetes und seinen Abstand von der Nadel kennt. Zahlreiche Versuche bestätigen die Richtigkeit seiner Formel und zeigen überdem

1) dafs dieser Abstand gröfser seyn mufs, als *fünf* halbe Magnetaxen, wenn der Ablenkungswinkel dadurch nicht afficirt werden soll;

2) dafs aufserhalb dieses Abstandes die Dicke des Magnets auf den Versuch keinen Einflufs habe;

3) dafs demnach die Wirkung zweier, mit ihren gleichnamigen Polen zusammengebundenen Magnete nur durch das ... ihrer Intensität abweiche, indem die gleichnamigen Magnetismen bei der Berührung sich schwächen (nach dem Versuche im Verhältnifs wie 9:7);

4) dafs, wenn zwei gleichgrofse Magnete mit ihren freundschaftlichen Polen aufeinandergelegt werden, sie sehr ... wie ein einzelner Magnet wirken, dessen Intensität der Differenz beider gleich ist.

Obwohl allerdings die laterale Ausdehnung eines Magnets seine Wirkung in die Ferne nicht fühlbar modificirt, so dafs sie füglich auf seine Axe bezogen werden kann, so ist doch die Kraft nicht in allen Stellen eines Querdurchschnittes die nämliche, sondern an den Kanten auffallend stärker, als im Innern dieser Fläche. Bei einem cylindrischen Magnete kann man sich einen solchen Querdurchschnitt als aus einer unendlichen Menge von Kreisringen bestehend denken, deren Intensitäten vom Centrum aus in einem gewissen Verhältnisse wachsen. Welches das Gesetz dieser Zunahme sey, darüber ist die Erfahrung bisher noch nicht befragt worden; Hansteen vermuthet, dafs es dasjenige der Quadrate der Entfernungen vom Mittelpuncte sey. Bei prismatischen Magneten wäre die Untersuchung schwieriger.

Auf mehrern Seiten sucht Hansteen ferner durch weit-

künftige Rechnungen die Wirkung eines prismatischen, so wie auch eines cylindrischen Magnetstabes von unendlich geringer Dicke, sowohl in der Verlängerung seiner Axe, als auch senkrecht auf dieselbe, abzuleiten und findet begreiflicher Weise, dafs sie von der eines linearen Magnetes nicht verschieden sey. In grofsen Entfernungen hat die Gestalt keinen Einflufs; die Kräfte zweier Magnete von gleicher Intensität und Länge verhalten sich, wie ihre Querschnitte, d. h. überhaupt wie ihre Massen. Beim cylindrischen Magnete jedoch nimmt die magnetische Wirkung vom Aequator nach den Polen langsamer zu, als beim prismatischen.

Den Beschlufs dieses Hauptstückes macht ein unvollständiger geschichtlicher Abrifs desjenigen, was von Plato und Aristoteles bis auf unsere Zeiten im Gebiete des Magnetismus gethan worden sey, mit reichhaltigen Auszügen aus den Abhandlungen von Aepinus und Lambert. Da dieser Theil in verschiedenen Abschnitten dieser Abhandlung ausführlich bearbeitet worden ist, so verweisen wir deshalb auf die betreffenden Stellen.

Das sechste Hauptstück von Hansteen's Werk soll uns endlich dem gesuchten Ziele näher bringen, indem es die Anwendung der bisher versuchten Theorie des Magnets auf Abweichung, Neigung und Kraft für einen gegebenen Ort der Erde uns verspricht. Hansteen setzt, wie seine Vorgänger, erst die Definitionen fest, wobei er einen excentrischen Magnetstab (als Sehne) im Innern der Erde annimmt, dessen bis zur Oberfläche fortgeführte Verlängerung ihm einen nördlichen und südlichen Pol bezeichnet. Den mathematischen Mittelpunct dieser Sehne nimmt er der Einfachheit wegen auch als den Mittelpunct der Magnetaxe und denjenigen ihrer magnetischen Kraft an, obgleich er richtig bemerkt, dafs alle drei eine verschiedene Lage haben können.

Fig. 218. Es sey demzufolge $\alpha\beta$ die Magnetaxe, ihre Verlängerung AB die Magnetsehne, A und B die eingebildeten Magnetpole, γ der angenommene Mittelpunct, $C\gamma$ die Excentricität der Magnetsehne.

Die letztere ist demnach

$$AB = 2\sqrt{AC^2 - \gamma C^2} = \sqrt{EF^2 - 4\gamma C^2}.$$

Der magnetische Aequator ist ein gröfster Kreis der Erde, senkrecht auf die Magnetsehne AB. Zieht man parallel mit dieser

ken Diameter a b, so sind a und b die Pole des magnetischen Aequators. Die Verlängerung von γC bezeichnet den magnetischen Diameter EK, welcher also im Aequator liegt.

Jeder ebene Durchschnitt der Erde, welcher durch die magnetische Axe gelegt wird, bildet auf ihr einen magnetischen Meridian, wie ABLe. Mit Ausnahme desjenigen, welcher durch die Endpuncte des magnetischen Diameters geht, AFBE, welcher als erster Meridian gerechnet wird, sind alle kleine Kreise. Sie sind senkrecht auf dem magnetischen Aequator und werden von demselben halbirt; e bezeichnet diesen Durchschnittspunct für den Meridian ABe, Ee ist das zwischenliegende Stück dieses Aequators, das entweder durch den Winkel Eγe oder durch den Winkel EAe gemessen wird.

Jeder ebene Durchschnitt durch die Axe des magnetischen Aequators heifst ein magnetischer Verticalkreis; sie sind alle gröfste Kreise. Ein gröfster Kreis durch die Erdpole und die Pole des magnetischen Aequators gezogen wird mit dem Namen magnetischer Polarkolur bezeichnet.

Magnetradius ist die Linie Lγ von einem Beobachtungsorte L nach dem magnetischen Mittelpuncte γ gezogen. Die wahre magnetische Breite eines Orts ist der Winkel Lγe zwischen seinem Magnetradius und dem magnetischen Aequator. Das Complement oder der magnetische Polarabstand ist der Winkel BγL. Die wahre magnetische Länge ist der Winkel Eγe; die scheinbare magnetische Breite ist der Winkel LCQ zwischen einem Erdradius und dem magnetischen Aequator; ebenso wird auch die scheinbare magnetische Länge auf den Erdradius bezogen und ist gleich dem Winkel ECQ.

Nach Vorausschickung dieser Definitionen beschäftigt sich nun Hansteen mit der trigonometrischen Auflösung folgender Probleme:

I) Wenn die geographische Lage der (eingebildeten) magnetischen Pole gegeben ist, zu finden:

a) Die Excentricität des magnetischen Mittelpunctes;

b) die Gröfse der magnetischen Sehne;

c) den Winkel des magnetischen Diameters mit dem Erdäquator;

d) die Lage der zwei Endpuncte desselben;

e) den Winkel des magnetischen Aequators mit dem Erd-äquator;

f) den von beiden Koluren eingeschlossenen Winkel;

g) den Winkel, welchen der erste Magnetmeridian mit dem Polarkolur bildet.

2) Wenn die geographische Lage der Magnetpole bekannt ist, die magnetische Lage (die scheinbare und wahre magnetische Breite und Länge) und den Magnetradius für einen Ort zu finden, dessen geographische Breite und Länge gegeben ist.

Da diese Aufgabe mehr als die vorigen von praktischer Anwendung ist, so wollen wir wenigstens für ihre hauptsächlichsten Momente die Formeln hersetzen. Zu den eben gegebenen Erklärungen kommen hier noch folgende Bezeichnungen hinzu.

Wenn P den Erdpol, PM einen ersten Meridian (z. B. den von Greenwich) bezeichnet, so ist PL des Orts geographischer Meridian, Pb ein Stück des Polarkolurs, bLQ des Ortes magnetischer Verticalkreis.

MPL ist also die geographische Länge des Orts (nach Osten gerechnet); sie heifse q. MPb drückt die geographische Länge des magnetischen Aequatorpoles aus; sie heifse ζ, der Längenunterschied beider oder der Winkel bPL sey also $= q - \zeta$, und der Abstand des magnetischen Aequatorpols vom Erdpole Pb sey ε, der geographische Polarabstand des Ortes oder PL sey p, so erhält man

I. für des Ortes scheinbare magnetische Breite $LQ = \mu$

$$\sin.\mu = \cos.\varepsilon \sin.p + \sin.\varepsilon \cos.p \cos.(q-\zeta)$$

II. Seine scheinbare magnetische Länge $= EbL = \nu$ findet sich aus

$$\cot.(\nu+\delta) = \cos.\varepsilon \cot.(q-\zeta) - \sin.\varepsilon \tang.p \cdot \operatorname{Cosec.}(q-\zeta)$$

wo δ den Winkel PbB zwischen dem Polarkolure und dem ersten Meridiane bezeichnet.

III. Der Magnetradius γL ist $r\frac{1}{2}.R$, wenn r den Radius der Erde, R die zweite Wurzel aus

$$1 + \sin.^2\alpha + 2\sin.\alpha . \cos.\mu . \cos.\nu$$

bezeichnet (wobei $\alpha = Bb$).

IV. Für die wahre magnetische Breite des Ortes oder den Winkel $L\gamma R$ hat man $\sin. L\gamma R = \frac{\sin.\mu}{R} = \cos.u.$

V. Für die wahre magnetische Länge oder den Winkel $\gamma e = \varphi$ hat man

$$\text{Cot.}\,\varphi = \frac{\text{Sin.}\,\alpha}{\text{Cos.}\,\mu\,.\,\text{Sin.}\,\nu} + \text{Cot.}\,\nu.$$

VI. Aus der wahren magnetischen Länge φ leitet sich ich der Winkel η ab, welchen ein gegebener magnetischer leridian mit dem Horizonte bildet. Es ist nämlich

$$\text{Cos. L C c} = \text{Cos.}\,\eta = \text{Sin.}\,\alpha'\,.\,\text{Sin.}\,\varphi.$$

VII. Radius des magnetischen Meridians

$$\text{Lc} = \text{R}' = \text{r}\,\sqrt{1 - \text{Sin.}^2\,\alpha\,\text{Sin.}^2\,\varphi}.$$

VIII. Die excentrische magnetische Breite ist gleich Lce, r Complement $= \text{v}$ und $\text{Cos. v} = \frac{\text{Sin.}\,\mu}{\text{Sin.}\,\eta}$.

IX. Die schiefe Neigung der Nadel in L findet sich :i$= \text{v} - \text{w}$; aber $\text{Cotg. w} = \frac{-\,\text{Sin. 2u}}{\frac{1}{3} + \text{Cos. 2u}}$.

X. Denkt man sich eine Kugel um den Punct L gelegt, Fig.
ist der Winkel BLR = der scheinbaren magnetischen Breite 219.
$= \mu$, LM die Ruhelinie der Magnetnadel, also TLM = der hiefen Neigung i. Diese auf den Horizont $\text{H}\beta\text{R}$ reducirt ebt in der Linie $\text{L}\beta$ die horizontale Richtung und in dem 'inkel βLM die wahre Neigung der Magnetnadel. Es ist o $\text{BR} = \mu$, der Winkel $\text{BTR} = \eta$ und $\text{BRT} = 90°$. Hier- hat man $\text{Sin. TR} = \text{Sin. f} = \text{Tang.}\,\mu\,.\,\text{Cot.}\,\eta$. Ebenso im eieck βTM findet sich

$$\text{Tang. T}\beta = \text{Tang. g} = \text{Tang. i . Cos.}\,\eta$$

d die wahre Neigung

$$\text{Sin.}\,\beta\text{M} = \text{Sin. I} = \text{Sin. i . Sin.}\,\eta.$$

XI. In dieser Figur stellt also ZBRN den Verticalkreis r, welcher in der vorhergehenden durch bLQ ausgedrückt ;, mit diesem bildet die horizontale Magnetnadel den Win- l $\beta\text{LR} = \text{f} + \text{g}$. Nun findet sich im Dreieck bLP der vor- rgehenden Figur der Winkel $\text{bLP} = \varDelta$ aus

$$\text{t.g.}\,\varDelta = \text{Cot.}\,\varepsilon\,.\,\text{Cos. p . Cosec.}\,(\text{q} - \zeta) - \text{Sin. p . Cot.}\,(\text{q} - \zeta).$$

ieses ist also der Winkel, welchen der magnetische Vertical- eis durch den Ort L mit seinem geographischen Meridiane ildet. Daraus wird die magnetische Abweichung selbst

$$\text{D} = \varDelta \mp (\text{f} + \text{g}).$$

in positiver Werth von D bezeichnet westliche, ein negati- er östliche Abweichung.

Hansteen untersucht nun die Lage einer Nadel, die von zwei Kräften k und k' getrieben wird, und die Kraft K, welche sie in dieser Lage zu erhalten strebt. Gesetzt diese wirken in den Richtungen A c und B c, welche den Winkel c einschliefsen, so ist $k \,\mathrm{Sin.}\, x = k' \,\mathrm{Sin.}\,(c - x)$; hieraus

Fig. 220.

$$\mathrm{Cot.}\, x = \frac{k}{k'} . \mathrm{Cosec.}\, c. + \mathrm{Cot.}\, c$$

und $\mathrm{Cot.}\,(c - x) = \frac{k'}{k} \mathrm{Cosec.}\, c + \mathrm{Cot.}\, c$, und man hat für das Verhältnifs der Kräfte k und k'

$$\frac{k}{k'} = \frac{\mathrm{Sin.}(c - x)}{\mathrm{Sin.}\, x}.$$

Die Kraft selbst wird

$$K = \sqrt{k^2 + k'^2 + 2kk' \,\mathrm{Cos.}\, c.}$$

Man nehme nun an, die Erde habe zwei Magnetaxen, deren Einflusse die Nadel ausgesetzt ist; ND bezeichne den Horizont des Ortes L, ferner LB die Ruhelinie der Nadel, wenn nur die eine der magnetischen Axen auf sie wirkte, LA dieses in Beziehung auf die andere Axe, so ist NF = der einen Abweichung; ND = D' = der andern Abweichung; FB = I = der einen Neigung; DA = I' = der andern Neigung; der Bogen DF = D — D', und der Winkel ALB = c. Dann hat man

Fig. 221.

$$\mathrm{Cos.}\, c = \mathrm{Sin.}\, I . \mathrm{Sin.}\, I' + \mathrm{Cos.}\, I \,\mathrm{Cos.}\, I' . \mathrm{Cos.}\,(D - D').$$

Man setze die absolute Kraft der einen Magnetaxe = M, der andern = M', die Wirkung der erstern nach LA = MF, die der andern nach LB = M'F (wofür man auch die Gröfsen k und k' annehmen kann), die Mittelwirkung LG in der Ebene ALB, so wird

$$\mathrm{Cot.}\, AG = \mathrm{Cot.}\, x = \frac{MF}{M'F'} \mathrm{Cosec.}\, c + \mathrm{Cot.}\, c$$

und

$$\mathrm{Cot.}\, BG = \mathrm{Cot.}\, y = \mathrm{Cot.}\,(c - x) = \frac{M'F'}{MF} \mathrm{Cosec.}\, c + \mathrm{Cot.}\, c.$$

Ist APG = DE = O, so hat man

$$\mathrm{Cot.}\, O = \frac{MF . \mathrm{Cos.}\, I}{M'F' . \mathrm{Cos.}\, I' \,\mathrm{Sin.}\,(D - D')} + \mathrm{Cot.}\,(D - D').$$

LE ist alsdann die Lage der horizontalen Nadel, mithin ELN = EN ihre mittlere Abweichung vom geographischen

eridiane PNZ $= \mathfrak{D} = D - O$. Endlich erhält man für die ittlere Neigung EG = I

$$\text{Sin.}\,I = \frac{M\,F\,\text{Sin.}\,I + M'\,F'\,\text{Sin.}\,I'}{\sqrt{(M^2F^2 + M'^2F'^2 \pm 2\,M\,M'\,F\,F'.\,\text{Cos.}\,c)}}.$$

nnte man die Lage und Gröfse der beiden Magnetaxen, so liefse ch aus einer einzigen Abweichungsbeobachtung das Verhältnifs r absoluten Kräfte $\frac{M}{M'}$ bestimmen, und ebendieses kann auch s einer einzigen Neigungsbeobachtung hergeleitet werden.

Denn man hat

$$\text{Cot.}\,x = \text{Cot.}\,c + \frac{\text{Cos.}\,I'.\,\text{Sin.}\,(\mathfrak{D} - D')}{\text{Cos.}\,I\,\text{Sin.}\,c.\,\text{Sin.}\,(D - \mathfrak{D})}$$

und hiernach $\frac{M}{M'} = \frac{F'.\,\text{Sin.}\,(c - x)}{F\,\text{Sin.}\,x}$.

Hier wäre $I = AD$; $I' = FB$; $D = ND$;
$D' = NF$; $D - D' = DF$.

an müfste dann vorerst die magnetische Länge und Breite s Beobachtungsortes, ebenso die ihm zukommende Abweinng und Neigung für jede Magnetaxe besonders, endlich ch die Functionen der magnetischen Wirkung F und F' nach m fünften Hauptstücke berechnen. Aus der Neigungsbeobhtung findet sich unter den nämlichen Vorbereitungen der inkel x auf folgende Weise.

Man mache

$$\text{Tang.}\,m = \frac{\text{Sin.}\,I'}{\text{Sin.}\,c.\,\text{Sin.}\,I} \text{ und}$$

$$\text{Cos.}\,n = \frac{\text{Sin.}\,I.\,\text{Cos.}\,m}{\text{Sin.}\,I.}, \text{ sodann ist } x = m \mp n.$$

Hansteen versucht noch eine Gröfse Q, welche das Verltnifs der Länge einer Magnetaxe zum Radius der Erde ausückt, zu bestimmen. Die Beobachtungen scheinen anzugem, dafs die Intensität in der Nähe des magnetischen Pols n Werth von 2 nicht überschreite, wenn sie unter dem agnetischen Aequator = 1 angenommen wird. Hieraus würde lgen, dafs die Magnetaxen kleiner als die Hälfte des Erdraus seyn müfsten. Vollständigere Beobachtungen der Abweiung, Neigung und Intensität in der Nähe der Magnetpole lbst würden auch dieses Element berichtigen. Inzwischen ann man nach der Formel

$$\frac{M}{M'} = \frac{F'.\,\text{Cos.}\,I'\,\text{Sin.}\,(\mathfrak{D} - D')}{F.\,\text{Cos.}\,I.\,\text{Sin.}\,(D - \mathfrak{D})}$$

die Neigung I und ebenso auch die mittlere Abweichung D unter verschiedenen Voraussetzungen von Q berechnen und die Resultate mit den Beobachtungen vergleichen.

Das siebente Hauptstück hat die nähere Bestimmung der Lage der Magnetpole, ihrer Gröfse und des Verhältnisses ihrer absoluten Kräfte zum Gegenstande. Hätte die Erde nur *eine* Magnetaxe, deren Excentricität = 0 wäre, so würden die verlängerten Richtungen der horizontalen Magnetnadel einander in den Endpuncten dieses magnetischen Diameters schneiden. Wäre diese eine Magnetaxe excentrisch, so würde der Convergenzpunct der magnetischen Richtungslinien irgendwo im ersten magnetischen Meridiane zwischen den Endpunct der Magnetsehne und den pericentrischen Endpunct des magnetischen Durchmessers fallen. Noch weit mehr aber werden jene Convergenzpuncte von den Endpuncten der Magnetaxe verschieden seyn, wenn zwei Magnetaxen auf die horizontale Nadel einwirken. Daher müssen die Beobachtungen ganz in der Nähe eines Convergenzpuncts gewählt werden, wo die Einwirkung der entferntern Axe beträchtlich geringer ist. Immerhin aber wird die Anwendung der eben gegebenen Formeln ihre Schwierigkeit haben, da die in denselben angenommenen Endpuncte der Axen unbekannt sind, weil sie nicht mit den Convergenzpuncten zusammenfallen. Hansteen, nachdem er sich mit weitläuftigen Rechnungen abgemüdet hatte, um zu einigen sichern Grundlagen zu gelangen, sah sich endlich zuletzt genöthigt, einen indirecten Weg einzuschlagen, und indem er vorläufig die Convergenzpuncte für die Axenenden selbst nahm, bemühte er sich, durch allmälige Verbesserungen die obenerwähnten Gröfsen α, ε, ζ und δ[1] zu bestimmen.

Da die Abweichungen, welche zur Bestimmung eines Convergenzpunctes dienen, auch von der Anziehung der an-

1 α = Bb (Fig. 221) ist gleich dem Bogen zwischen dem Endpuncte der Magnetaxe und dem Endpuncte des mit ihr parallelen Erddiameters;
ε = Pb = dem Abstande des magnetischen Aequatorpoles b vom geographischen Erdpole;
ζ = MPb = der geographischen Länge des Aequatorpoles b.
δ = PbB = dem Winkel zwischen dem Polarkolur und dem ersten magnetischen Meridiane.

m Magnetaxe influenzirt werden, so sucht HANSTEEN sie t für diese Einwirkung zu verbessern, ein Geschäft, das je-ch bei der Ungewifsheit über Kraft, Entfernung und Rich-g des störenden Zuges nicht anders als sehr unsicher aus-len kann. So erhält er für die Abweichung von 8° 3′ W. Prince of Wales Fort (59° N. und 97° W.), also nur et-s 12 Grade im Bogen vom nordamericanischen Convergenz-ncte entfernt, eine Vergröfserung von 5° 47′, so dafs die richtigte Abweichung = 13° 44′ seyn soll; ebenso ver-ssert er eine in der Hudsonstrafse in 62° N. und 69° W. machte Beobachtung von 42° 45′ W. um 24° 50′, wodurch in 67° 35′ verwandelt wird. Begreiflich wird dadurch die ge des Convergenzpunctes in solchem Mafse geändert, dafs sich mit demjenigen, was noch nähere Beobachtungen dar-llen, nicht mehr vereinigen läfst. Nach einer sechsmaligen mlich mühsamen Verbesserung der Werthe α, ε, ζ und δ tzt er dieselben auf folgende Weise fest:

Axe	α	ε	ζ	δ	Q	M
AB	3°13′	29° 0′	309°31′	129°49′	3	1,77
ab	5°30	28 28	113 38	46 40	3	

e Länge der Magnetaxen wird also zu ¼ des Erdradius an-nommen; die absolute Kraft der stärkern Magnetaxe ist 1,77, nn die der schwächern = 1 gesetzt wird.

HANSTEEN stellt in seinem Werke 84 Beobachtungen der weichung, Neigung und zum Theil auch der Intensität zu-mmen; für 48 derselben berechnet er aus den angenomme-n Elementen die drei magnetischen Erscheinungen.

Beobachtungen in der nördlichen Halbkugel.

No.	Ort der Beobachtung	Breite			Länge v. Greenw.			Abweichung. Beobacht.			Berechn.			Diff.		
1	Teneriffa	28°	28′	N.	16°	13′	W.	16°	0′	W.	15°	34′	W.	+	0°	26′
2	Paris	48	50	-	2	20	O.	20	15	-	21	35	-	—	1	20
3	Vogelsang	79	53	-	12	1	-	20	38	-	45	40	-	—	25	2
4	Nordcap	71	10	-	25	50	-	6	0	-	23	58	-	—	17	58
5	Alexandria	31	12	-	29	55	-	11	50	-	10	59	-	+	0	51
6	Petersburg	59	56	-	30	19	-	9	12	-	14	50	-	—	5	38
7	Irkutzk	52	17	-	104	11	-	0	32	O.	4	25	O.	—	3	53
8	Petropaulowsk	53	0	-	158	48	-	6	19	-	11	12	-	—	4	53
9	Samganudha	53	5	-	193	50	-	19	59	-	17	34	-	+	2	25
10	Norton Sund	64	31	-	197	13	-	25	45	-	25	38	-	+	0	7
11	Nutka Sund	49	36	-	233	17	-	19	44	-	19	8	-	+	0	36
12	Mexico	19	26	-	103	45	W.	7	30	-	8	17	-	—	0	47
13	Albang Fort	52	22	-	82	2	-	17	0	W.	12	27	-	—	29	27
14	Muskito Cove	64	53	-	52	56	-	50	36	-	39	24	W.	+	11	12
15	Atlant. Meer	12	34	-	50	54	-	1	45	O.	4	21	-	—	6	6
16	- -	14	20	-	45	43	-	7	0	W.	6	14	-	—	5	14
17	- -	20	8	-	26	14	-	9	0	-	12	8	-	—	3	8
18	- -	21	36	-	23	20	-	11	0	-	13	16	-	—	2	16

No.	Neigung Beobacht.	Neigung Berechn.	Diff.	Intensität Beobacht.	Intensität Berechn.	Diff.
1	62° 25′	51° 29′	+ 10° 56′	1,272	1,195	+ 0,077
2	69 28	62 19	+ 7 9	1,348	1,394	— 0,046
3	32 0	78 36	+ 8 24		1,833	
4	79 0	73 28	+ 5 32		1,682	
5	47 30	44 23	+ 3 7		1,005	
6	72 36	67 42	+ 4 54		1,046	
7	67 0	59 5	+ 7 55		1,366	
8	63 5	62 50	+ 0 15		1,520	
9	69 23	67 37	+ 1 46		1,619	
10	76 25	72 57	+ 3 28		1,831	
11	72 29	68 14	+ 4 15		1,775	
12	42 10	43 3	— 0 53	1,316	1,326	— 0,010
13	79 20	71 5	+ 8 15		1,948	
14	81 22	80 48	+ 0 34		2,027	
15	45 8	39 41	+ 5 27	1,230	1,117	+ 0,113
16	52 55	41 11	+ 11 44	1,283	1,120	+ 0,163
17	56 42	46 19	+ 10 23	1,251	1,090	+ 0,161
18	57 49	45 43	+ 12 6	1,262	1,100	+ 0,162

Beobachtungen um den magnetischen Aequator bis auf 34° Breite.

No.	Ort der Beobachtung	Breite	Länge	Abweichung Beobacht.	Abweichung Berechn.	Diff.
19	Atlant. Meer	12° 48′ S.	15° 40′ W.	8° 0′ W.	5° 35′ W.	+ 2° 25′
20	St. Helena	15 55 S.	5 43 —	12 18 —	6 31 —	+ 5 47
21	Bareedy	24 16 N.	38 50 O.	13 55 —	10 19 —	+ 3 36
22	Mocha	13 22 N.	44 10 —	11 28 —	9 8 —	+ 2 20
23	Indisch. Meer	11 57 N.	63 22 —	4 23 —	7 33 —	— 3 10
24	- -	11 13 N.	87 2 —	1 36 O.	4 5 —	— 5 41
25	Surabaja	7 14 S.	111 11 —	2 31 W.	3 58 —	— 1 27
26	Macao	22 9 N.	113 48 —	0 32 —	0 33 O.	— 1 15
27	Amboina	3 42 S.	128 7 —	1 13 O.	1 6 —	+ 0 7
28	Tongatabu	21 8 S.	175 2 —	9 58 —	9 17 —	+ 0 41
29	Otaheite	17 29 S.	149 8 —	5 0 —	6 31 —	— 1 31
30	Südsee	1 12 N.	146 46 —	5 18 —	8 7 —	— 2 49
31	-	19 44 S.	106 15 —	2 45 —	5 50 —	— 3 5
32	Cocosinsel	5 35 N.	86 54 W.	7 45 —	6 18 —	+ 1 27
33	Peru Nullpct.	7 1 S.	77 33 —	8 10 —	6 20 —	+ 1 50
34	Lima	12 2 S.	76 54 —	7 30 —	7 5 —	+ 0 25
35	Carthagena	10 26 N.	75 20 —		3 7 —	
36	Cumana	10 27 N.	64 50 —	4 14 —	0 1 —	— 4 13
37	Atlant. Meer	30 22 S.	31 37 —	3 7 —	2 20 —	+ 0 47
38	- -	34 25 S.	18 20 —	3 18 W.	0 40 W.	+ 2 38

No.	Neigung Beobacht.	Neigung Berechn.	Diff.	Intensität Beobacht.	Intensität Berechn.	Diff.
19	0° 0′	6° 28′ S.	— 6° 28′		0,779	
20	11 25 S.	13 36 —	— 2 11		0,768	
21	34 20 N.	34 53 N.	+ 0 33		0,861	
22	8 22 —	17 47 —	+ 9 25		0,760	
23	0 22 S.	12 0 —	+ 12 22		0,752	
24	4 45 —	6 45 —	+ 11 30		0,786	
25	25 40 —	27 42 S.	— 2 2	0,935	0,940	— 0,005
26	22 4 N.	25 5 N.	+ 3 1		0,880	
27	20 37 S.	28 28 S.	+ 1 51	0,953	0,935	+ 018
28	39 2 —	42 18 —	+ 3 16		1,238	
29	29 51 —	35 14 —	+ 5 23		1,141	
30	0 0 —	2 45 N.	— 2 45		0,991	
31	35 49 —	32 7 S.	— 3 42		1,136	
32	19 45 N.	22 37 N.	— 2 52		1,071	
33	0 0 —	0 58 —	— 0 58	1,000	1,000	0,000
34	9 59 S.	8 56 S.	— 1 3	1,077	0,999	+ 0,078
35	35 15 N.	34 8 N.	+ 1 7	1,294	1,172	+ 0,121
36	39 47 —	40 2 +	— 0 15	1,178	1,146	+ 0,032
37	29 7 S.	33 21 S.	+ 4 14		0,955	
38	35 45 —	38 36 —	+ 2 51		0,973	

Beobachtungen in der südlichen Halbkugel in der Nähe der Magnetpole.

No.	Ort der Beobachtung	Breite	Länge	Abweichung Beobacht.	Abweichung Berechn.	Diff.
39	Simonsbay	34° 20′ S.	18° 28′ O.	21° 14′ W.	10° 31′ W.	+ 10° 43′
40	Indisch. Meer	33 28 —	57 55 —	23 55 —	15 16 —	8 39
41	- -	28 20 —	77 10 —	12 46 —	13 1 —	0 15
42	- -	32 20 —	89 22 —	10 55 —	13 39 —	2 44
43	- -	22 31 —	102 32 —	5 45 —	8 43 —	— 2 58
44	Georg III. Sound	35 5 —	118 14 —	5 20 —	8 31 —	— 3 11
45	Port du Nord	43 32 —	146 56 —	5 15 O.	1 15 —	— 6 30
46	Dusky Bay	45 47 —	166 18 —	13 49 —	3 56 O.	— 9 53
47	Talkaguana B.	36 43 —	73 10 W.	15 15 —	14 35 —	— 0 40
48	Christmas S.	55 22 —	70 2 —	24 43 —	16 32 —	— 8 11

No.	Neigung Breite	Berechn.	Diff.	Intensität Beob.	Berechn.	Diff.
39	45° 19′ S.	42° 56′ S.	+ 2° 23′		1,047	
40	62 21 —	49 30 —	+ 12 51		1,101	
41	58 52 —	48 47 —	+ 10 5		1,120	
42	59 52 —	54 30 —	+ 5 22		1,216	
43	50 0 —	46 33 —	+ 3 27		1,139	
44	64 54 —	59 41 —	+ 5 13		1,442	
45	70 50 —	67 17 —	+ 3 33	1,577	1,676	— 0,099
46	70 6 —	67 46 —	+ 2 20		1,657	
47	50 45 —	47 54 —	+ 2 51		1,257	
48	66 54 —	65 38 —	+ 1 16		1,550	

Wir haben absichtlich diese Tabellen in ihrer vollen Aus-
..ung gegeben, theils weil sie als Resultat einer sehr weit-
..igen Rechnung diese Anerkennung wohl verdienen, haupt-
..lich aber, weil die verhältnifsmäfsig sehr geringen Fehler
.. doch den Beweis zu geben scheinen, dafs HANSTEEN's
..pothese von zwei Magnetaxen von den angenommenen
..verhältnissen und Gröfsen von der Natur nicht eben ver-
..pet werde. Mag auch er selbst diese lineären Axen nach-
..mit Cylindern von beträchtlichem Durchmesser vertau-
.., mag man überhaupt die Idee von wirklichen Axen auf-
.. und sich mit blofsen Regionen eines concentrirten Ma-
..mus begnügen, dessen südliche und nördliche Polarkräfte
.. durch das Innere der Erde, sondern durch ihre Oberfläche im
..menhange stehn, so hat dieses auf die Erscheinungen selbst
..auf die Auffassung der ganzen Sache keinen Einflufs. Mit
..ahme der dem nördlichen Magnetpole nähern Puncte Vogel-
.. Nordcap, Albanyfort, Muskito Cove, ferner der zwei südli-
.. Stationen Simonsbay und Dusky-Bay, gehn die Ab-
..hungsfehler nicht über 5 Grade; die berechneten Neigun-
.. südliche sowohl als nördliche, sind etwas zu klein und
..dieses scheint auch von den Intensitäten zu gelten. Eine
..e Vergröfserung des Winkels ε, wodurch die Magnetaxen
..stärkere Neigung gegen die Erdaxe erhalten, würde schon
.. verbessern; zudem stammt diese Rechnung aus einer
..(d. J. 1819.), wo für die Bestimmung der Magnetpole
.. die Beobachtungen von der heutigen Menge und Ent-
..denheit weit entfernt waren.

HANSTEEN's umfassende Arbeit hat der Wissenschaft aus-

nehmend viel genützt, insofern dadurch nicht blofs die älte[ren]
Hypothesen geprüft, sondern insbesondere alle wichtige Thatsach[en]
übersichtlich zusammengestellt worden sind; aufserdem aber i[st]
seitdem ein auffallender Eifer rege geworden, das räthselha[fte]
Wesen des Megnetismus überhaupt und zugleich der Verth[ei-]
tung desselben in und auf der Erde näher zu erforschen. [Es]
hat sich daher seitdem die Summe der bekannten Thatsach[en]
ausnehmend vermehrt, und es ist in der That merkwürd[ig,]
wie genau ein grofser Theil der spätern Erfahrungen, nam[ent-]
lich über die Krümmungen der Linien gleicher Abweich[ung]
und gleicher Neigung, wie nicht minder die Lage des ei[nen]
nördlichen Magnetpols mit den theoretischen Bestimmung[en]
des nordischen Gelehrten übereinstimmt. Auf der andern S[eite]
läfst sich jedoch nicht verkennen, dafs aus der nähern Ke[nnt-]
nifs des tellurischen Magnetismus und des magnetischen V[er-]
haltens der Körper überhaupt mehrere gewichtige Argum[ente]
hervorgehn, die gegen die Annahme magnetischer Axen [der]
Erde und überhaupt gegen den Sitz des Magnetismus im [In-]
nern der Erde streiten und daher HANSTEEN's Hypo[these]
ebenso wie die ähnlichen aller seiner Vorgänger, bede[utend]
erschüttern. Ein gewichtiges Argument gegen dieselben [liegt]
hauptsächlich in den jährlichen und täglichen Variatio[nen der]
magnetischen Abweichung und Neigung, deren uner[wartete]
Regelmäfsigkeit man durch verglichene Beobachtungen [erst]
neuerlich kennen lernte, die einen unverkennbaren Zu[sam-]
menhang mit dem Umlaufe der Sonne beurkunden und
sich daher mit der bleibenden Wirkung eines Magnet[s im]
Innern der Erde nicht wohl vereinigen lassen. Diese [und]
andere Thatsachen scheinen vielmehr die Hypothese zu [be-]
günstigen, dafs die Erde auf ihrer Oberfläche durch ir[gend]
Einflufs, vermuthlich des Sonnenlichts oder der hierdurch [er-]
zeugten Wärme, auf eine ähnliche Weise, als weiches E[isen]
oder sonstige Körper, magnetisch werde, mithin als [ein]
Elektromagnet oder ein *Thermomagnet* zu betrachten sey, [was]
am Ende dem Wesen nach auf das Nämliche hinaus[läuft].
Hierfür lassen sich eine Menge Gründe anführen und [unter]
diesen so gewichtige, dafs das endliche Obsiegen dieser Th[eo-]
rie kaum mehr zweifelhaft scheint. Dennoch aber ex[istiren]
bis jetzt noch blofs Bruchstücke und Materialien zu [dem]
endlich zu vollendenden Gebäude, denn es ist noch kein

ysiker gelungen, eine solche Hypothese vollständig und mit wendung auf die gesammte Summe der Erscheinungen so llständig auszuarbeiten, dafs sie den jetzigen Anforderungen die Wissenschaft genügen könnte, vielmehr ist man zum iken Nutzen des endlich zu erzielenden Resultates eifrigst auf bedacht, vorläufig erst eine genügende Menge der geesten Thatsachen zur Begründung einer Theorie über den gnetismus überhaupt und des tellurischen Magnetismus insondere aufzufinden. Hierdurch ist jedoch die Menge der bachtungen, unter denen die neueren in Folge wesentlich besserter Apparate und genauerer Versuche viele der aus älteren erhaltenen Resultate nicht unbedeutend abändern, ausnehmend vermehrt, dafs es nicht blofs viele Mühe erkert, sondern kaum möglich ist, sie alle mit Rücksicht auf n gröfsern oder geringern Werth zusammenzustellen, um mehr, da sie in vielen und mitunter seltenen Werken zert sind. Vielleicht gelingt es dem unermüdeten Hansteen einem spätern, mit gleichem Eifer und Scharfsinne arbeiten Gelehrten, diese Aufgabe noch einmal um einen ebendeutenden Schritt weiter zu fördern und dadurch einen wichtigsten und interessantesten Zweige der physikalin Wissenschaften vollständig aufzuhellen. Alles, was daüber spätere Theorieen beigebracht werden kann, sind Bruchstücke, Vermuthungen und einzelne hingeworfene oken, mitunter sehr sinnreich und aus wohlbegründeten chen viel Wahrscheinlichkeit entnehmend, als ein vollges Ganzes können sie jedoch nicht betrachtet werden die Zukunft mufs erst zeigen, wie viel von ihnen als ch und brauchbar sich bewähren wird.

Wenn also zu den theoretischen Bestimmungen der neue- Zeit diejenigen Bemühungen vieler Gelehrten gezählt wer-, wodurch sie darzuthun suchen, dafs der Magnetismus t im Innern der Erde seinen Sitz hat, sondern über und h die äufsere Rinde derselben vertheilt ist, so gehören er vor allen andern zuerst die Versuche von P. Barlow[1], urch er die Verbreitung des Magnetismus über die Ober-

1 Phil. Trans. 1818. Encyclop. metrop. Art. Magnetism. p. 743. eres ein Auszug aus: An Essay on Magnetic Attractions and on Laws of Terrestrial and Electro-Magnetism. 2d. Ed.

fläche eiserner Kugeln aufgefunden hat, wozu ihm vortreffliche Gelegenheit im Arsenale zu Woolwich dargeboten wurde. Es darf hierbei wohl als bekannt vorausgesetzt werden, daſs weiches Eisen an sich nicht magnetisch ist, wohl aber nach dem Verhältniſs seiner Lage und Richtung gegen den magnetischen Meridian durch den Einfluſs des tellurischen Magnetismus sofort magnetisch wird, seine Polarität aber, wenn es wirklich reines Eisen ist, augenblicklich mit der Veränderung jener Lage wechselt. Barlow fand in jeder eisernen Kugel eine Ebene ohne Anziehung, welche in unserer Halbkugel von Nord nach Süd gerichtet ist und mit dem Horizonte einen Winkel bildet, welcher dem Complemente der Neigung eines jeden Orts gleich ist. Denkt man sich eine mit der Oberfläche einer solchen massiven oder auch hohlen eisernen Kugel concentrische Sphäre, zieht man in der genannten Ebene einen Aequator und in der Sphäre Längen- und Breitenkreise, wobei man den ersten Meridian durch den Ost- und Westpunct gehn läſst, so ist, da der Durchmesser der Kugel und der Abstand der Nadel unverändert bleiben, die Tangente des Abweichungswinkels proportional dem Rectangel des Sinus der doppelten Breite und des Cosinus der Länge des Orts, wo sich die Magnetnadel in Beziehung auf die eingebildete Sphäre befindet. Anstatt einer solchen hohlen, die Eisenkugel umgebenden Sphäre denke man sich eine solche den Unterstützungspunct der Magnetnadel umgebende, so müssen und diese Sphäre in gleichem Verhältnisse zur Magnetnadel stehn, vorausgesetzt, daſs die Eisenkugel von regelmäſsiger Gestalt ist, weswegen es aber besser seyn wird, bloſs die Magnetnadel und die sie umgebende Sphäre zu berücksichtigen. Ist bloſs der Abstand der Nadel veränderlich, so ist die Tangente der Abweichung dem Kubus des Abstandes umgekehrt proportional, und wenn auch der Abstand bleibend ist, so sind die Tangenten der Abweichung den Kuben der Durchmesser der Kugeln proportional, wie groſs auch ihre Masse seyn mag, wenn anders die sie bildende Hülle nicht unter eine gewisse Stärke der Metalldicke herabsinkt. Es lassen sich daher diese Gesetze unter einen gewissen allgemeinen Ausdruck bringen, nämlich

$$\text{Tang.}\,\Delta = \frac{D^3}{A\,d^3}\,(\text{Sin.}\,2\lambda\,\text{Cos.}\,l) \text{ oder}$$

$$\text{Tang.}\,\Delta = \frac{r^3}{A\,d^3}\,(\text{Sin.}\,2\lambda\,\text{Cos.}\,l),$$

worin Δ der Abweichungswinkel, λ die Breite und l die Länge
il der vorgestellten Sphäre bezeichnen. Indem also aus den
'ersuchen mit massiven und hohlen Kugeln hervorgeht, dafs
ie Kraft ihrer magnetischen Anziehung der Oberfläche oder
im Quadrate der Durchmesser, unabhängig von der Masse,
oportional ist, die Tangenten der Abweichung sich aber
rhalten wie die Kuben der Durchmesser, so folgt, dafs die
adrate der Tangenten der Abweichung den Kuben der ma-
etischen Kraft direct proportional sind. Wenn also bei sol-
m massiven oder hohlen Eisenkugeln der Magnetismus blofs
f der Oberfläche vertheilt ist und die Wirkungen dessel-
n auf eine genäherte Magnetnadel sich auf bestimmte Ge-
e zurückbringen lassen, so mufste die Kenntnifs dieser
rsuchen zu dem Gedanken führen, dafs auch unsere Erde
f ähnliche Weise blofs auf ihrer Oberfläche magnetisch sey,
bei jedoch die schwierige Aufgabe noch ungelöst blieb,
chzuweisen, wie und wodurch dieser Magnetismus auf eine
che Weise erzeugt werde, dafs daraus alle die vielen Er-
einungen des tellurischen Magnetismus erklärlich würden,
d dieses ist eben die bis jetzt noch keineswegs genügend
ntwortete Frage.

Allgemeine Andeutungen, woraus mit Wahrscheinlichkeit
hlossen wurde, dafs die Erde auf ihrer Oberfläche durch
re Einwirkung, vermuthlich durch das Sonnenlicht un-
telbar oder die hierdurch erzeugte Wärme, magnetisch
de, mithin als ein Thermomagnet oder als ein Elektroma-
t zu betrachten sey, giebt es in Menge. Ampère[1], wel-
r so viel für die nähere Kenntnifs des Elektromagnetismus
than hat, äufserte die Hypothese, die Erde werde durch
en elektrischen Strom magnetisch, welcher sie täglich von
t nach West umfliefse, was auch mit seiner Ansicht vom
gnetismus überhaupt vollkommen übereinstimmt[2]. Diesem-
ch leitete er die täglichen Variationen der Abweichung von

1 G. LXVII. 149.
2 Vergl. *Elektromagnetismus*. Bd. III. S. 609.

der durch wechselnde Wärme bedingten ungleichen Stärke der elektrischen Erreger ab. Davy[1] stellte nach der Darlegung der interessanten Resultate, die ihm die Wiederholung der Oersted'schen Versuche gegeben hatte, nur hypothetisch die Frage auf, ob nicht die Erde selbst ein Elektromagnet sey, da starke, mit dem Sonnenlichte dieselbe umkreisende elektri-sche Ströme sie genau auf die Weise magnetisch machen müfsten, als wir dieses in der Erfahrung gegeben finden. Barlow, Christie, Sturgeon und andere haben zur Ver-sinnlichung Terrellen verfertigt und diese mit Drähten um-wunden, die den elektrischen Strom zweier Glieder der ein-fachen Volta'schen Kette leiteten, um eine magnetische Erd-kugel nachzubilden, allein es ist bis jetzt noch niemand gelungen, die sämmtlichen Eigenthümlichkeiten des tellu-schen Magnetismus auf einer solchen künstlichen Erdkugel nachzubilden, und es dürfte dieses auch ein für immer un-auflösliches Problem seyn, da es unmöglich ist, alle die ver-schiedenen bedingenden Ursachen, die auf unserer Erde die Gesammtwirkung zu erzeugen dienen, im Kleinen nachzubil-den. Seebeck[2], der Entdecker des Thermomagnetismus, äu-fserte sogleich bei seiner ausführlichen Untersuchung über die-sen Gegenstand, dafs die magnetische Polarität mit bedeuten-der Stärke in der Erde durch ungleiche Erwärmung erzeugt werden müsse, wenn wir annehmen, dafs sie im Innern von verschiedenartigen Metallgürteln durchzogen sey. Solche Me-tallgürtel und zusammenhängende Erzadern sind zwar so nicht vorhanden, und auf jeden Fall würde es eine zu kühne Hypothese seyn, sie unter den weiten Meeren hin fortgesetzt zu denken, allein man bedarf derselben nicht, um eine elek-trische Erregung möglich zu finden. Muncke[3] hat nicht durch Versuche, die nach seiner Ansicht mit ähnlichen, frü-her von Fresnel, Pouillet, Pfaff und andern beobach-teten Erscheinungen übereinstimmen, bewiesen, dafs Glas, Eis, Thon und sonstige Körper in Folge geringer Tempera-turdifferenzen, die 3° bis 4° C. nicht übersteigen, thermoelek-trisch werden. Hieraus folgert derselbe, dafs diesemnach

1 Phil. Trans. 1821.
2 Poggendorff's Ann. VI. 280.
3 Ebendas. XX. 417.

ctricität auf der Erdoberfläche füglich durch die Einwir-
g der Sonnenstrahlen erregt werden könne und dafs also
'olge der Rotation der Erde von West nach Ost ein elek-
her Strom sie täglich einmal in entgegengesetzter Rich-
umkreisen müsse. Weil aber ein elektrischer Strom in
er Richtung südpolaren Magnetismus im astronomischen
den erregen würde, so stimmt die Anwesenheit eines Süd-
in dortiger Gegend hiermit genau überein. Allerdings
ite streng genommen nur ein einziger solcher Pol, und
: mit dem astronomischen Erdpole zusammenfallend, dort
anden seyn, wenn die Erde aus gleichartigen oder aus
hmäfsig vertheilten Körpern bestände, es kann jedoch aus
Anwesenheit von zwei Polen kein gültiger Beweis gegen
Richtigkeit jener Hypothese hergenommen werden, da un-
hmäfsig elektrisch erregbare Substanzen, namentlich Was-
und Land, in mannigfaltiger Gruppirung über die Nord-
e unserer Erde verbreitet sind. Diese Beobachtungen ei-
auch in andern Körpern, als Metallen, erregten Ther-
ktricität führen insofern einen Schritt weiter, als sie auch
die Bestandtheile der Erdballs, namentlich das Eis, An-
dung leiden, obgleich wir noch weit davon entfernt sind,
Nothwendigkeit des Vorhandenseyns von zwei magneti-
n Polen, was vorläufig wohl die nächste und wichtigste
gabe einer genügenden Theorie seyn dürfte, aus der Con-
ation der verschiedenen Bestandtheile unserer Erde und
n verschiedenen Verhalten rücksichtlich der thermoelek-
hen Erregung genügend nachgewiesen zu sehn.

Unter den Versuchen, den Magnetismus unsrer Erde aus
moelektrischer Erregung abzuleiten, die sich jedoch auf
ie metallische Combinationen beschränken, verdienen die
Christie[1] besonders erwähnt zu werden. Dieser sucht,
Gemäfsheit früherer Versuche von Seebeck, Cumming und
ill, die täglichen Variationen der Declination aus der
rmoelektricität abzuleiten, die vermittelst der Wärme in
Verbindung des Luftkreises mit der Oberfläche der Erde
d des Wassers erregt werden soll. Um diesen fortdauern-
n Contact ähnlicher nachzubilden, vereinigte er einen

1 Phil. Trans. 1827. Im Auszuge in Edinb. New Phil. Journ.
t. VI. p. 356. Wien. Zeitschr. Th. IV. S. 81.

äuſsern kupfernen mit einem innern wismuthenen Ringe und fand, daſs an jeder erhitzten Stelle Magnetismus erregt wurde, so daſs dieser eine genäherte Nadel ungleich abweichen machte. Ein späterer Apparat desselben bestand aus einer Scheibe Wismuth mit einem kupfernen Ringe umgeben, so daſs das Ganze eine Scheibe von 119 Unzen Troy-Gewicht bildete. Wurde dieser Apparat erhitzt und umgedreht, so entstand Magnetismus, welcher auf eine leichte Nadel so einwirkte, daſs Christie dadurch auf vier magnetische Pole, je zwei einander gegenüber, geführt wurde. Indem er ferner die Zeit der stärksten Erwärmung auf 3 Uhr Nachmittags festsetzte, den Apparat um seine Axe drehte und die bei einer leichten Nadel erzeugten Abweichungen mit denen verglich, die durch Hood im Jahre 1821 zu Fort Enterprize unter 64° 28' N. durch Canton 1759 zu London, Forster 1825 zu Port Bowen und den Obrist Beaufoy 1820 zu Bushy-Heath wahrgenommen worden sind, so fand er zwischen diesen eine gr Uebereinstimmung. Es läſst sich jedoch wohl nicht verkennen, daſs die Einmischung der Phantasie und vorgefaſster Mei- gen diese Erscheinungen übereinstimmender gemacht hat, sie in der Wirklichkeit waren.

Wir haben sonach über den Magnetismus der Erde Hypothesen; nach der einen, die wegen der groſsen Vollständigkeit, welche ihr durch Hansteen zu Theil geworden ist, diesem Gelehrten benannt werden kann, ist die Erde durch in ihrem Innern befindliche, in vier Polen nach auſsen vorgehende Kraft magnetisch; nach der zweiten, die noch niemandem so vollständig ausgearbeitet worden ist, daſs sie gemäſs den Namen eines Gelehrten zu verewigen vermöchte, ihr Magnetismus das Resultat einer fortdauernden äuſsern wirkung, die muthmaſslich die Wärme und die hierdurch zeugte Elektricität seyn muſs. Kupffer[1], dessen Urtheil seine umfassende und gründliche Kenntniſs der Thatsachen von groſser Bedeutung ist, vergleicht beide mit einander findet ein Uebergewicht auf der Seite der letztern. Wäre nämlich die Erde in Folge eines innern magnetischen Kernes magnetisch, so müſste die Intensität mit der Bodentemperatur abnehmen, weil die Kälte den Magnetismus aller uns

1 Poggendorff's Ann. XV. 190.

bnnsten Körper schwächt; ist sie aber in Folge äufserer Einflüsse, namentlich der Wärme, magnetisch, so mufs das Entgegengesetzte statt finden. Bei gleicher Bodentemperatur verschiedener Orte müfsten also die Linien gleicher Neigung und gleicher Intensität zusammenfallen, bei vorherrschender gröfserer Kälte aber werden die letztern südlicher liegen. Nach Hansteen's Charten laufen beide Linien in Schottland einander ziemlich parallel, nach Osten aber, in Norwegen und Schweden, werfen sich die letztern mehr nach Norden und durchschneiden die erstern, auf derselben Neigungslinie ist also in Osten die Intensität geringer und ebenso die Bodenwärme. Edinburg und Stockholm habe ungefähr gleiche Neigung, aber in Edinburg ist die Intensität = 1,4, die Bodentemperatur = 7°, in Stockholm die erstere = 1,386, die letztere = 5°,2. Ebenso ist in Paris die Intensität = 1,348 bei [illegible]°,2 Bodentemperatur, in Kasan = 1,320 bei 5° C. Auch in Teneriffa ist sie = 1,298 bei 14°,5 und in Neapel = 1,275 bei 13° C. Darum fällt auch der Pol der Intensitäten südlicher, als der Pol der Neigungen, denn die Intensität nimmt mit der zunehmenden Kälte der Bodentemperatur ab. Man mufs daher den Pol der Intensitäten südlich vom Neigungspole suchen, und wirklich liegt nach Hansteen ersterer unter [illegible]° nördl. Br. und 80° westl. L. von Paris, letzterer unter [illegible]° nördl. Br. und 102° westl. L. von Paris. Das gewichtigste Argument nimmt jedoch Kupffer in Uebereinstimmung mit der Mehrzahl der Physiker aus den täglichen Variationen der Declination und auch der Neigung her, die so augenfällig mit dem Laufe der Sonne und dem Gange der durch das Licht erzeugten Wärme zusammenhängen, dafs man nicht wohl umhin kann, zwischen beiden einen Causalnexus anzunehmen. Vermuthlich sind auch hierin die gewichtigen Argumente enthalten, die Hansteen[1] neuerdings bewogen haben, an der Haltbarkeit seiner übrigens mit den wichtigsten anderweitigen Erfahrungen so genau übereinstimmenden Hypothese zu zweifeln.

---

1 Berzelius Jahresbericht. Th. XII. S. 48.

B. Wesentlichste Erscheinungen des tellurischen Magnetismus.

Der tellurische Magnetismus äufsert sich hauptsächlich in drei verschiedenen Phänomenen, die zwar, sofern sie von der nämlichen wirksamen Potenz abhängen, dem Wesen nach zusammengehören, dennoch aber sich abgesondert betrachten und untersuchen lassen; diese sind 1) die Abweichung der horizontal schwebenden Nadel vom astronomischen Meridiane, 2) die Neigung einer vertical in ihrem Schwerpuncte aufgehangenen Nadel gegen den Horizont und 3) die Intensität oder Stärke der Anziehung, womit die Nadel durch die Kr[aft] des Erdmagnetismus in ihre eigenthümliche Richtung zurück gezogen wird, wenn man sie daraus entfernt hat. Alle d[rei] sind an den verschiedenen Orten der Erde verschieden [und] man erhält, wenn man die Orte gleicher Abweichung du[rch] Linien verbindet, die *isogonischen Linien*, für die Orte gl[ei]cher Neigung die *isoklinischen Linien* und für die einer gl[ei]chen Stärke die *isodynamischen Linien*, alle drei Bezei[ch]nungen sehr zweckmäfsig durch Hansteen eingeführt. S[oll] jemals eine genügende Theorie über das räthselhafte W[esen] des Magnetismus aufgefunden werden, so ist dazu une[rläs]lich, alle die hierzu gehörigen verschiedenen Thatsachen [zu] vereinigen und auf ein gemeinsames Gesetz zurückzufüh[ren;] es ist demnach unerläfslich, sie so genau als möglich zu k[en]nen, worauf dann auch die neuern Bemühungen der Ph[ysi]ker unabläfslich gerichtet sind und in welcher Beziehung [die] folgenden Betrachtungen mindestens die Uebersicht zu erlei[ch]tern dienen.

a. Abweichung der horizontalen Magnetnadel vom astronomischen Meridiane.

Ueber die Abweichung der Magnetnadel, sowohl [die] bleibende als auch die vorübergehende, die eine *tägliche* [und] *jährliche Variation* genannt zu werden pflegt, ist ber[eits] oben[1] gehandelt und es sind dort zugleich die Werkzeuge beschr[ie]ben worden, deren man sich zum Messen derselben bedie[nt].

---

1 *Abweichung der Magnetnadel.* Bd. I. S. 131.

wozu dasjenige als Ergänzung gehört, was oben im vorletzten Abschnitte über die magnetischen Apparate gesagt worden ist. Dort wurde zugleich von den Linien ohne Abweichung gehandelt und von den periodischen Veränderungen dieser und der isogonischen Linien, nicht minder von den beobachteten täglichen und jährlichen Variationen und den speciellen störenden Einflüssen. Eine vollständige Bearbeitung dieses Gegenstandes würde erfordern, die sämmtlichen an den verschiedenen Orten der Erde beobachteten Abweichungen der Magnetnadel zusammenzustellen. Sehr vollständige Tabellen hierüber, worin der gröſste Theil aller ältern Messungen enthalten ist, sind dem mehrerwähnten groſsen Werke von Hansteen hinzugefügt, allerdings eine sehr nützliche Zugabe nicht bloſs für Seefahrer, sondern auch für diejenigen Gelehrten, die sich mit dem Studium des Magnetismus vorzugsweise beschäftigen. Die Zahl der Beobachtungen ist seitdem noch wohl um Tausende vermehrt, und es würde daher für unsern Zweck zu vielen Raum erfordern, wenn wir sie insgesammt aufnehmen wollten. Als einen Ersatz pflegt man sich daher mit den zur leichten Uebersicht ohnehin sehr geeigneten Charten zu begnügen, auf denen die isogonischen Linien gezeichnet sind, welche die Orte gleicher Abweichung verbinden, und daher die an jedem einzelnen Puncte der Erde statt findende Abweichung mindestens näherungsweise angeben. Solche Charten in verkleinertem Maſsstabe aus dem schätzbaren Atlas von Hansteen, welche die isogonischen Linien für das Jahr [illegible], dann 1700 und endlich 1800 darstellen, sind oben gleichfalls mitgetheilt worden. Unterdeſs hat Barlow[1] nach den besten Quellen die isogonischen Linien für 1830 auf einer groſsen und prachtvollen Charte zusammengestellt, und es schien uns daher am räthlichsten, diese in verkleinertem Maſsstabe, wodurch der Vollständigkeit und Deutlichkeit kein wesentlicher Abbruch geschehn ist, hier mitzutheilen, wozu nur noch folgende Bemerkungen gehören.

Barlow benutzte zur Entwerfung dieser Charten unter andern die durch die neuesten wichtigen Reisen erhaltenen Resultate, namentlich die Messungen von Beechey auf einer Reiseroute von mehr als 75000 engl. Meilen, von Owen und

1 Phil. Trans. 1833. p. 667.

King an den Küsten Africa's, America's und Neuholland, von Biscoe bei der Umschiffung des Südpols, von Lütke und Duperrey auf ihren Entdeckungsreisen. Hierzu kam eine unermeſsliche Menge Beobachtungen verschiedener Seefahrer, namentlich aus dem stillen und indischen Ocean, die ihm durch Beaufort und Horsburgh vermöge ihrer hierzu günstigen Stellungen mitgetheilt wurden und für deren Genauigkeit die Autoritäten und die gebrauchten trefflichen Instrumente bürgen. Die Uebersicht war allerdings am schönsten, als er hiernach die Linien gleicher Abweichung auf einem Globus aufgetragen hatte, allein bei der groſsen Schwierigkeit, sie auf diese Weise zu veröffentlichen, muſste er sie auf Plancharten nach der gewählten Projection auftragen, wie sie auf den Charten I und III dargestellt sind[1]. Die höchst regelmäſsige Krümmung der Linien giebt ihm den Beweis, daſs ein gleichmäſsig wirkendes Gesetz des Magnetismus hierbei bedingend ist und daſs keine einzelnen bedeutenden örtlichen Einflüsse vorhanden sind. Für die merkwürdig gekrümmten Linien im nördlichen Asien benutzte Barlow die Bestimmungen von Hansteen, dessen groſse Verdienste um diesen Zweig der Wissenschaften der Britte mit gebührender Achtung anerkennt; es sind jedoch auch die Messungen des Capitain Lütke an den Küsten von Nova-Zembla und im Norden von Europa nicht unbeachtet gelassen. Eine vorzügliche Befriedigung fand Barlow nach der bereits vollendeten Entwerfung seiner Charte, die im Ganzen für das Jahr 1830 gelten kann, in dem Umstande, daſs die Enden der isogonischen Linien genau auf denjenigen Punct hinwiesen, den Capitain Ross bald nachher als den einen magnetischen Pol aufgefunden hat.

Char. I. u. III.

Der Anblick der isogonischen Linien, wie sie im hohen Norden gestaltet sind, giebt zu manchen Betrachtungen Anlaſs, insbesondere aber wird sich sogleich die auſserordentliche Schwierigkeit aufdringen, ihre Richtungen insgesammt zu einem genügenden Systeme zu vereinigen. Unter andern gei

---

1 Barlow's Polarcharte geht nur bis etwas unter den Parallelkreis von 60 Grad herab, ist aber in unserer Copie weiter ausgedehnt, um sie mit der andern Polarcharte in Uebereinstimmung zu bringen; auch muſste sie in einigen Stücken berichtigt werden.

ieses hauptsächlich aus der Gestalt der Linien ohne Abweichung hervor. So wie nämlich die americanische in ihrer Verlängerung auf den einen Magnetpol trifft, müfste dieses auch bei der andern der Fall seyn, allein diese, die man zuerst unter etwa 70° nördl. Br. und 37° östl. L. von Greenwich auffand, hat nicht blofs in der Gegend des Aequators, sondern auch im hohen Norden und hier noch ausgezeichneter eine so merkwürdige Krümmung, dafs die Auffindung ihres Laufes erst durch die mühsamsten und sorgfältigsten Beobachtungen der neuesten Zeit möglich wurde.

Die Lage des magnetischen Aequators kommt zwar auch ei den isogonischen Linien in Betrachtung, die nächste Verbindung findet aber statt zwischen ihm und den Neigungslinien, weswegen wir die Bestimmung desselben bis zur Untersuchung der isoklinischen Linien versparen.

Aufser den bereits genannten Gelehrten, die sich um die stimmungen der isogonischen Linien verdient gemacht haben, verdienen noch hauptsächlich Hansteen und G. A. Erman erwähnt zu werden, denen wir die genauere Kenntnifs s magnetischen Verhaltens, namentlich in Sibirien, nach der zen Länge dieses ausgedehnten Küstenlandes verdanken. hon der blofse Anblick zeigt, dafs es der isogonischen Lin mehrfache und verschieden gekrümmte giebt. Nach G. A. man[1] lassen sich vier Arten derselben unterscheiden, zuerst che, die in sich selbst zurücklaufen, ohne einen der beiden lpole zu erreichen, die man also *geschlossene* isogonische ien nennen könnte und welche stets eine gewisse Anzahl allelkreise durchschneiden. Zweitens nennt er diejenigen isoischen Linien, die nur durch einen der astronomischen pole gehn, *zurückkehrende;* diejenigen drittens, die von m astronomischen Pole zum andern gehn (deren wirkli Vorhandenseyn jedoch wohl noch nicht für ausgemacht n dürfte) und deren je zwei mindestens vier Durch-

1 Poggendorff's Ann. XXI. 129. Der erste Bericht seiner zahlen Beobachtungen findet sich in Mém. de Petersb. VIme Ser. p. XXIX., eine vollständige Darstellung wird seine Reisebeibung enthalten. Einige schätzbare Declinationsbeobachtungen der südlichen Halbkugel hat Rümker in Schumacher's astron. Nachten Jahrg. 1821. S. 76. mitgetheilt.

schnittspuncte haben, werden von ihm *kreuzende* genannt und viertens giebt es solche, die sich an einem Puncte in zwei Zweige spalten. Auf der Charte fallen die der ersten und der letzten Art sogleich in die Augen.

Es ist bereits gesagt worden, dafs die graphische Darstellung der isogonischen Linien hauptsächlich dazu dienen soll, um der Angabe der zahllosen Abweichungsbeobachtungen überhoben zu seyn, inzwischen mögen doch einige der wichtigern, die oben im ersten Theile dieses Werks nicht erwähnt worden sind, hier näher bezeichnet werden, insbesondere diejenigen, aus denen die Aenderung der Declination in längern Perioden mit einiger Sicherheit hervorgeht. Dahin gehören die in Nordamerica vom Jahre 1672 bis zum Jahr 1800 fortgesetzten Beobachtungen[1]. In diesem Zeitraume ging die westliche Abweichung zu Boston von 11° 15′ zu 5° 22′, zu Falmouth von 12° zu 6° 7′, zu Penobscot von 12° 8′ zu 5° 53′ über und die jährliche Aenderung betrug im Mittel 2′ 45″ 28‴. Witt, welcher diese Nachricht mittheilt, giebt zugleich an, dafs die westliche Abweichung zu Albany im Jahre 1817 von ihm = 5° 44′, im Jahre 1818 aber = 5° 45′ und im Jahre 18[illegible] = 6° gefunden worden sey, wonach sie also in dieser Zeit wieder zurückzugehn anfinge. An diese Thatsachen schliefsen sich als schätzbare Beiträge aus den vereinten Staaten, die zu Salem in den Jahren 1805, 1808, 1810 und 1811 angestellten Beobachtungen, welche Bowdich[2] mitgetheilt hat. Dieser bezweifelt die angenommene rückgängige Bewegung der Nadel, indem dieselbe durch die angegebenen Thatsachen nicht begründet werde, weil verschiedene Nadeln, an verschiedenen Orten beobachtet, gröfsere Unterschiede in Folge örtlicher Einflüsse zeigen könnten, als von Witt wirklich wahrgenommen wurden, abgerechnet die täglichen Variationen der Abweichungsnadel, deren Gröfse im Jahre 1810 zu Salem bis auf 48′ stieg. Nach den Beobachtungen von Bowditch im Jahre 1805 schwankte die westliche Abweichung zu Salem zwischen 5° 42′ und 6° 7′, betrug aber im Mittel 5° 57′. In

1 Aus Transact. of the Albany Instit. Vol. I. No. I. p. 4. u. 1828. Vergl. Edinb. Journ. of Sc. No. XIX. p. 22. Wien. Zeitschr. Th. VI. S. 348. Bibl. univ. T. XLIII. p. 251.

2 Trans. of the Amer. Phil. Soc. for 1815.

ahre 1808 lagen die Extreme zwischen 5° 8′ und 5° 26′, im Mittel war die Abweichung 5° 20′; im Jahre 1810 lagen die Extreme zwischen 5° 36′ 34″ und 6° 8′ 50″, die mittlere Abweichung betrug aber 5° 47′ 44″. Weil ihm die Nadeln für diese Art von Beobachtungen zu klein und dem Einflusse des nicht völlig reinen Kupfers seines Apparates zu sehr zu unterliegen schienen, so liefs er sich eine Nadel von 24 Zoll Länge verfertigen, hing sie in einem Mahagonikästchen auf Achat auf und beobachtete sorgfältig vom April 1810 bis Mai 1811. Als mittlere Abweichung fand er 6° 22′ 35″ und seit 1781 bis 1810 eine Verminderung von jährlich 1′ 19″. Sind also die oben angegebenen Messungen richtig, so würde seine Folgerung einer noch fortdauernden regelmäfsigen Abnahme der Declination unzulässig seyn, zumal da die jährliche Aenderung daher im Mittel 2′ 45″ 28‴ betragen soll, also mehr, als die durch ihn gefundene, was als eine Folge des beginnenden Rückganges erscheinen könnte. Fischer[1] zu New-Haven fand daselbst im Jahre 1819 und 1820 die Abweichung im Mittel = 4° 25′,2 westlich und kein Zeichen einer rückgehenden Bewegung. Es ist demnach also zweifelhaft, ob die durch Pitt wahrgenommene rückgehende Declination auf fehlerhaften Beobachtungen beruht oder mit der im alten Continente stattfindenden rückgehenden Bewegung der Magnetnadel im Einklange steht.

Es ist bereits oben[2] im Allgemeinen erwähnt worden, dafs man zu Paris in verschiedenen Jahren eine ungleiche Abweichung der Magnetnadel wahrgenommen habe, woraus man auf eine Aenderung der Declination in längeren Perioden schliefsen müsse. Nach einer genauern Angabe[3] sind folgende Resultate aus den ältern und neuern Beobachtungen erhalten worden. Die Abweichung war

---

1 Amer. Journ. of Science and Arts. T. XVI. N. 1. Apr. 1829.

2 S. *Abweichung der Magnetnadel.* Bd. I. S. 137.

3 Annuaire prés. au Roi. Par. 1815. Journ. de Phys. T. LXXIX. 152. Vergl. Ann. prés. au Roi pour 1826. p. 178.

1580	11°	30′	O.	1780	19°	55′	W.
1618	8	0	—	1785	22	0	—
1663	0	0	—	1805	22	5	—
1678	1	30	W.	1813	22	28	—
1700	8	10	—	1814	22	34	—
1767	19	16	—	1825	22	17	—

woraus also eine Abnahme der westlichen Declination folgt.

Schätzbare Beobachtungen unter sehr hohen nördlichen Breiten sind hauptsächlich zuerst von Phipps angestellt worden und in seinem Reiseberichte enthalten[1], neuere aus jenen Breiten hat Lütke mitgetheilt, wie bereits erwähnt worden ist, und an diese schliefsen sich die zahlreichen Messungen von Hansteen und G. A. Erman[2]. Letzterer untersuchte die magnetische Abweichung zu Petersburg vor seiner Reise nach Sibirien im Sommer 1828 und fand sie dort im Mittel = 6° 47′ 20″. Seitdem wurden dort anhaltend Beobachtungen von Kupffer angestellt, welche diesen Gelehrten zur Auffindung höchst wichtiger Thatsachen führten, die später bei der Erörterung der täglichen und jährlichen Variationen der Declinationen erwähnt werden sollen.

Wenn eine Nadel von der einen Seite einer Linie ohne Abweichung auf die andere gebracht wird, so mufs ihre bisherige Abweichung in die entgegengesetzte übergehn, wie man dieses auch bei der americanischen Linie ohne Abweichung wahrgenommen hat. Nach den Beobachtungen des Capitain Wrangel schlofs Kupfer, dafs auf beiden Seiten der durch Irkutzk gehenden Linie ohne Abweichung die Declinationsnadel die nämliche Richtung beibehalte, allein durch Hansteen's anhaltende Messungen hat sich ergeben, dafs dieses keineswegs der Fall ist, dafs vielmehr auf beiden Seiten dieser Linie das Nämliche statt findet, was man bei der americanischen und der durch Kasan gehenden Linie durch die zahlreichsten Beobachtungen aufser Zweifel gesetzt hat[3]. Das Mifsverständnifs fällt weg, sobald man gewahrt, dafs zwischen den beiden Hauptlinien ohne Abweichung, der nordamericanischen und der asiatischen, die den mittlern Theil der Erde

1 Ann. Chim. et Phys. T. IX. p. 214.
2 Mém. de Petersb. Sav. Étrang. T. I. p. 97.
3 Kupfer in Mém. de Petersb. VIme Sér. T. II. p. VIII.

rchschneiden, unter höhern Breiten der nördlichen Halbku-
l noch zwei Linien ohne Abweichung vorhanden sind, die
ne zurücklaufende Curve zu bilden scheinen, wie sie auf
r mitgetheilten Charte gezeichnet ist.

Bei weitem die reichhaltigste und gediegenste Untersu-
ung über die Veränderungen sowohl in der Abweichung
s auch in der Neigung der Magnetnadel ist die von HAN-
TEEN[1]. Dieser stellt zuerst die nach längern Perioden an
rschiedenen Orten gemessenen Abweichungen zusammen,
n den Gang derselben genauer übersehn zu können. Dieses
t in drei Tabellen geschehn, wovon die erste den Länder-
ich von Christiania aus bis zur Westküste von Nordamerica
greift, wobei es Interesse erregt, dafs aus jenen unwirth-
ren, aber für den Magnetismus wichtigen Gegenden so viele
tere und neuere Beobachtungen des magnetischen Verhal-
s vorhanden sind, was als eine Folge der bedeutenden
terstützung zu betrachten ist, welche die Wissenschaften
hon seit langer Zeit im russischen Reiche gefunden haben.
e westliche Abweichung der Magnetnadel war, wie bereits
s Beobachtungen an mehrern Orten dargethan ist, zu An-
g dieses Jahrhunderts in Europa zunehmend, bald nachher
eb sie unverändert und wurde dann abnehmend. Nach der
n HANSTEEN mitgetheilten Tabelle beträgt die jährliche Ab-
me zu Christiania ungefähr 1 Minute, weiter ostwärts zu
ckholm und Petersburg zwischen 50° und 60° nördl. Br.
zum Meridian 42° östl. Länge von Greenwich beträgt sie
gefähr 3'; von hieran wächst sie und erreicht in 74° östl.
bei Tara ihr Maximum von etwa 9', von wo an sie wie-
r abnimmt und östlich von Seleginsk zu verschwinden
eint. Sie nimmt indefs von diesem Puncte an abermals zu,
eicht zu Jakutzk ihr Maximum von 5' jährlich und nimmt
n wieder ab, bis sie bei der Insel Unalaschka verschwin-
. Man findet auf einer der ältern Charten HANSTEEN's[2]
ei Linien durch diejenigen Orte, wo sich die Abweichung
n 1700 bis 1756 nicht geändert hat. Der östliche Zweig
er durch Petersburg und den arabischen Meerbusen gehen-
n, dann aber China durchschneidenden Linie läfst sich bis

1 Poggendorff's Ann. XXI. 361.

2 Bd. I. Taf. III.

zum Baikalsee verlängern, ihr westlicher Zweig ist aber nach Westen gerückt und geht jetzt etwa durch Paris und an Norwegens Küste vorbei. Auf dem ganzen, von dieser Linie eingeschlossenen Theile der Erdoberfläche, zwischen der Ostsee und dem Baikal, im gröfsten Theile Asiens und des indischen Meeres hat sich der Nordpol der Magnetnadel in mehr als hundert Jahren gen Osten bewegt, aufserhalb dieser Linie gen Westen.

Ein ähnliches Resultat geht aus einer Zusammenstellung der Declinationsveränderungen hervor, die an der Westseite Europa's, im atlantischen Meere und Nordamerica, wenngleich in geringerer Menge, beobachtet worden sind. Hieraus ersieht man, dafs an der Nordküste von Spitzbergen die Abweichung in mehr als 200 Jahren fast ganz unverändert geblieben ist, während in den weiter nach Westen liegenden Gegenden der Nordpol der Magnetnadel eine westliche Bewegung gehabt, deren Maximum von etwa 12′ jährlich in die Davisstrafse fällt, etwas nördlich von Quebeck aber wieder verschwindet. In der Repulse-Bay hat die westliche Abweichung von Middleton's Zeiten bis jetzt, also in 80 Jahren nur um 1,5 Grad zugenommen. Die auf der erwähnten Charte der Abweichungen für 1700 befindliche zweite Linie, worin sich die Abweichung von 1700 bis 1770 nicht geändert hat, geht vom Feuerlande durch Südamerica bis Neufundland und also von hier aus gegen Nordost durch die Hudsonsbay bis Repulse-Bay oder der Insel Melville fortgesetzt werden. Östlich von dieser Linie, also im atlantischen Meere, in Europa, der Baffinsbay und Grönland hat sich der Nordpol der Nadel in 200 Jahren gen Westen bewegt, westlich derselben, im westlichen Theile von Südamerica und ganz Nordamerica, wie auch im östlichen Theile des stillen Meeres hat er sich gen Osten bewegt. Diese östliche Bewegung ist am gröfsten an der Westküste der Hudsonsbay, und betrug im Fort Prince Wales im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts über ein Drittel eines Grades jährlich. Hansteen findet es wahrscheinlich, dafs sich diese Linie von Repulse-Bay gen Osten drehe und dann gen Süden durch die Insel Unalaschka in das stille Meer hinabsteige. Zwischen diesem hinabsteigenden Zweige und der andern Linie, die von Malacca zum Baikalsee hinläuft, dreht sich der Nordpol der Nadel etwas gen Westen

Bei der Verfolgung eines Parallelkreises um die Erde trifft man also viermal auf einen Punct, wo die jährliche Variation verschwindet, einen in America, einen zweiten an der Ostküste Africa's und im europäischen Rufsland, einen dritten zwischen Malacca und dem Baikal und einen vierten zwischen Unalaschka und der Ostküste von Neuholland.

Aus einer zweiten tabellarischen Uebersicht, worin Hansteen die Declinationsänderungen in den Tropen zusammengestellt hat, geht hervor, dafs sich von Acapulco bis Carthagena der Nordpol der Nadel gen Osten bewegt. Im Meridiane 273° östl. von Greenwich ist die Nadel gegenwärtig stillstehend, von hier aus aber bis zur Westküste Africa's bewegt sie sich westlich und das Maximum dieser Bewegung von 9′ des Jahrs scheint bei St. Helena und Ascension stattzufinden. Im arabischen Meerbusen verschwindet diese Bewegung und geht in eine östliche über, deren Maximum nahe am Cap Comorin und Ceylon mit 5′ jährlich liegt. Diese verschwindet wieder bei Macao und Manilla. Im ganzen Südmeere ist die Bewegung der Nadel östlich, sehr gering und wahrscheinlich 1′ nicht übersteigend; sie verschwindet wieder in America unter etwa 272° östl. Länge von Greenwich.

Auf der südlichen Halbkugel sind nur wenige Messungen bekannt, die zu einem Resultate über den Gang der Declination führen; dennoch hat Hansteen die wichtigsten aufgesucht und tabellarisch zusammengestellt. Hieraus ergiebt sich, dafs sich der Nordpol der Magnetnadel an der Ostküste von Südamerica etwas gen Osten bewegt, jedoch ist diese Bewegung jetzt weit geringer als vor 100 Jahren. Am Feuerlande verschwindet sie ganz und geht weiter ostwärts in eine westliche Bewegung über, welche am Vorgebirge der guten Hoffnung bis auf etwa 8′ steigt. Diese verschwindet bei Madagascar und Bourbon, wird weiter nach Osten wieder östlich und reicht wahrscheinlich durch das ganze stille Meer bis Südamerica.

Man ersieht aus diesem allen, dafs auf der nördlichen Halbkugel das grofse westliche System in der Hudsonsbay seit 200 Jahren gen Osten vorgedrungen ist und das kleine östliche System, welches in Europa lag, und das kleine östliche System in Novaja-Semlia vor sich gegen die östlichen Grenzen Asiens hingetrieben hat, dafs dagegen auf der

südlichen Halbkugel das grofse westliche System, welches vor 200 Jahren auf das indische Meer beschränkt war, gen Westen vorgedrungen ist und das östliche System im südlichen atlantischen Oceane vor sich her dem Feuerlande zugetrieben hat; die Bewegung beider Liniensysteme war also östlich in der nördlichen Hemisphäre und westlich in der südlichen.

Diese Uebersicht der regelmäfsigen Veränderungen in der Declination, wie sie in längern Perioden statt findet, habe ich ganz nach HANSTEEN und meistens mit seinen eignen Worten mitgetheilt, die Zurückführung derselben auf die von ihm angenommene Bewegung der beiden magnetischen Axen glaube ich jedoch übergehn zu können. Es ist nun noch übrig, die neuesten Beobachtungen der täglichen Variationen und temporären Störungen der Abweichung zur Ergänzung des früh[illegible] hierüber Gesagten der Hauptsache nach zu erwähnen.

In Beziehung auf die täglichen Variationen sind unter [illegible] dern die Bemühungen WARGENTIN's oben[1] bereits erwähnt word[illegible] Nach einem Briefe desselben an CROMWELL MORTIMER[2] [illegible] Mai 1750 beobachtete er im Februar desselben Jahres mit [illegible] ner Nadel von 1 schwed. Fuſs Länge und erhielt folg[illegible] Resultate. Von 9h Morgens ging die Nordspitze der Nadel [illegible] Westen bis 2h Nachmittags und die Abweichung betrug [illegible] ¼ oder ⅓ Grad; von 2h Nachmittags bis 8h Abends ging [illegible] wieder rückwärts, so dafs sie fast genau den Stand erreich[illegible] den sie um 8h Morgens gehabt hatte; die ganze Nacht [illegible] sie ruhig, machte aber um Mitternacht eine kleine Beweg[illegible] nach Westen und ging beim anbrechenden Morgen wi[illegible] zurück. Von den Störungen durch Nordlichter unterschi[illegible] sich diese dadurch, dafs jene über zwei Grade betrug[illegible] BARLOW[3] machte die täglichen Variationen der Abweich[illegible] zum Gegenstande specieller Untersuchungen und vergröß[illegible] die durchlaufenen Bogen dadurch, dafs er die Richtungsk[illegible] der Beobachtungsnadel durch genäherte magnetische Pole be[illegible] deutend schwächte, eine Methode, deren es gegenwärtig [illegible] der Anwendung der feinern Apparate nicht mehr bedarf, [illegible]

1 S. *Abweichung*. Bd. I. S. 152.

2 Phil. Trans. for 1751. p. 127.

3 Phil. Trans. 1832. p. 326. Poggend. Ann. I. 329.

so mehr, da nach Poggendorff's richtiger Bemerkung leicht anderweitige Fehler hierdurch veranlaſst werden.

Sehr wichtige Beobachtungen sind die unter höhern Breiten durch die englischen Reisenden angestellten. Sabine[1] maſs die täglichen Variationen der horizontalen Nadel zu Hammerfest und Spitzbergen. Am erstern Orte unter 70° 40′ N. B. bei einer Neigung von 77° 13′ und einer westlichen Abweichung von 11° 26′ geschah dieses vom 12. bis 23. Juni 1823 mit einem vortreflichen Declinatorium von Dollond. Die Nadel zeigte die gröſste östliche Abweichung von ihrem mittlern Stande um 9^h Morgens = 2′ 41″, ging dann sofort zurück und erreichte um 1^h 30 Min. ihr westliches Maximum = 2′ 26″, kam nach 10^h Abends wieder auf ihren mittlern Stand zurück und begann ihre östliche Variation aufs Neue, bis zur Erreichung ihres Maximums am andern Morgen. Diese Angaben enthalten aber nicht das absolute Maximum und Minimum, weil sie nicht unausgesetzt, sondern nur zu den gemachten Zeiten angestellt wurden. Nur einmal, am 14ten um Mitternacht, zeigte sich eine übermäſsig groſse, unregelmäſsige Abweichung. Auf Spitzbergen unter 79° 50′ N. B., wo die Neigung 80° 10′ und die Abweichung 25° 12′ beträgt, wurden die Beobachtungen mit der nämlichen Nadel vom 4. bis 1. Juli desselben Jahres fortgesetzt. Hier erreichte die östliche Variation schon um 6^h Morgens mit 2′ 42″ ihr Maximum, die westliche, die ungefähr um 11^h,25 anfing, erreichte sie um 7^h,5 Abends ihr Maximum von 2′ 45″; nahe vor Mitternacht war die Nadel auf ihren mittlern Stand zurückgekehrt und ging dann allmälig dem Maximum der östlichen Variation wieder entgegen. Es ist allerdings merkwürdig, daſs an diesem Orte, wo der ungleiche Einfluſs des Landes und des Wassers wegfällt, indem die ganze Umgegend beinahe eine zusammenhängende Eismasse bildet, die Variation genau mit dem Laufe der Sonne zusammenfällt, was für die Ableitung des Magnetismus aus der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen ein gewichtiges Argument dienen könnte.

Noch weit zahlreicher und wichtiger sind die Resultate, die durch Parry und seine Begleiter beim Winteraufenthalte

---

1 An Account of Experiments to determine the figure of the Earth. Lond. 1825. 4. p. 500.

zu Port Bowen erhalten wurden, wo die Zeit zu solchen Beobachtungen zwar nicht fehlte, desto mehr Kraft aber erfordert wurde, der hohen Kälte nicht zu unterliegen. Foster leitete das Geschäft, die Magnetnadel stündlich zu beobachten, und Parry selbst sowohl, als auch seine kühnen Begleiter leisteten ihm hierbei thätige Hülfe. Schon früher hatte Foster die dreitägige Ruhe bei den Wallfischinseln zu ähnlichen Zwecken benutzt und bei einer mittlern westlichen Abweichung von 70° 2′ und einer Neigung von 82° 53′ gefunden, daſs das Maximum der westlichen Abweichung auf 1h 10′ Nachmittags fiel. Die Beobachtungen zu Port Bowen aber, unter 73° 14′ nördl. Br. und 88° 54′ westl. L. von Greenwich, wo die magnetische Neigung 88° 1′,4 und die westliche Abweichung 124° beträgt, wurden vom 10. Dec. 1824 bis 31. Mai 1825 fortgesetzt[1]. Das Mittel der Resultate aus den fünf Monaten des Jahres 1825 ist folgendes.

Monat	Mittl. Zeit des Maximums der westl. Abweichung	Mittl. Zeit des Minimums der westl. Abweichung	Mittel der tägl. Variation	Mittlere Lufttemperatur
	Morgens	Nachmittags		
Januar	11 Uhr 46 Min.	10 Uhr 50 Min.	1° 37′	— 29,25
Februar	11 — 46 —	11 — 23 —	1 38	— 27,50
März	11 — 25 —	10 — 43 —	2 14	— 28,50
April	11 — 13 —	11 — 13 —	2 52	— 10,80
Mai	12 — 25 —	11 — 15 —	3 44	+ 16,50

Aus der graphischen Darstellung ersah man bald, daſs die Nadel, deren anfangs eine, nachher zwei beobachtet wurden, binnen 24 Stunden zweimal durch einen Punct ging, welcher als die mittlere Abweichung gelten kann. Dieser Durchgang fand statt

1 Foster's Tafeln füllen 40 Quartseiten und auſserdem befindet sich dabei eine graphische Darstellung des täglichen Ganges der Variation. Hiervon giebt P. Barlow einen Auszug in Edinb. New Phil. Journ. N. IV. p. 347. Daraus Poggend. X. 570. Wiener Zeitschr. Th. III. S. 82.

1825	Januar	6 Uhr 0 Min. Vorm.	4 Uhr 0 Min. Nachm.
	Febr.	6 — 30 — —	4 — 0 — —
	März	5 — 30 — —	5 — 0 — —
	April	7 — 0 — —	5 — 30 — —
	Mittel	6 Uhr 15 Min. Vorm.	4 Uhr 37 Min. Nachm.

Das Maximum der westlichen Abweichung fiel zwischen 10 Uhr Vormittags und 1 Uhr Nachmittags, das Minimum derselben oder die gröfste östliche Abweichung der Nordspitze zwischen 8 Uhr Nachmittags und 2 Uhr Vormittags; nur selten erreichte sie die gröfste westliche Abweichung schon um 9 Uhr Vormittags oder erst um 3 Uhr Nachmittags, und in allen diesen Fällen zeigten die Schwingungen einer horizontalen Nadel zugleich eine ungewöhnliche Aenderung der Intensität. Die gleichfalls seltenen sehr grofsen Variationen, die bis 5, ja 6 und sogar 7 Grade stiegen, ist Barlow geneigt aus dem Einflusse der Sonne und auch des Mondes auf den Erdmagnetismus abzuleiten; auf jeden Fall änderte sich die Intensität nicht so, dafs die Gröfse der Variation als eine Folge davon erscheinen konnte. Foster stellt die Hypothese auf und sucht diese durch ausführliche Erläuterung zu begründen, dafs die täglichen Variationen durch einen Umlauf des täglichen Magnetpols um den mittlern bleibenden in einem Kreise von 2 bis 2,5 Minuten Durchmesser binnen 24 Stunden bedingt würden, allein für ein solches bleibendes Gesetz sind sie wohl nicht regelmäfsig genug; auch liefse sich ein solches aus diesen kurze Zeit hindurch an einem und demselben Orte angestellten Beobachtungen schwerlich begründen, da es ohnehin blofs hypothetisch seyn würde. Auffallend dagegen ist die mit der Sonnenhöhe und vermehrten Wärme wachsende Gröfse der Variationen seyn, was für die oben bereits erwähnten Gründe entscheidet, wonach Kupffer den Magnetismus der Erde mit der Temperatur in Verbindung setzt.

Bei den Beobachtungen der täglichen Variationen, die durch Hansteen und Erman[1] in Sibirien angestellt worden sind, wurde als *mittlere Declination* diejenige angenommen, die das arithmetische Mittel aus stündlich angestellten Messungen

1 Poggendorff's Ann. XVI. 141. Vergl. Mém. de Petersb. Sav. Étrang. T. I. p. 97.

ergab. Die Resultate der Beobachtungen Erman's zeigt fol-
gende Zusammenstellung.

Ort.	Zeit 1828—1829	Mittlere Declination	Tägl. Variation Nordspitze östlich	Tägl. Variation Nordspitze westlich	Gröfse der Oscil-tion
Petersburg	Jun. 12—14	6° 47′,33 W.	20h 40′	2h 40′	16 2[illegible]
Moscow	Juli 20—26	3 1,66 W.	20 0	2 0	19 0[illegible]
Katharinenb.	Sept. 1—2		20 10	1 50	11 5[illegible]
Tobolsk	Nov. 3—11	9° 36,4 O.	20 0	2 30	2 3[illegible]
Irkutzk	März 1—6	2 2,55 O.	21 30	2 30	3 1[illegible]
Jakutzk	Apr. 8—17	5 54,95 W.	21 39	2 39	21 2[illegible]

Es folgt hieraus, dafs auf der nämlichen Seite des ma-
gnetischen Aequators der Gang der täglichen Variation
der Richtung der Magnetnadel unabhängig ist, indem auf
nördlichen Halbkugel allgemein am Morgen eine östliche,
Nachmittage dagegen eine westliche Bewegung der Mag-
nadel statt findet. Ferner scheinen die Variationen in
nämlichen Jahreszeiten auf gleiche Stunden zu fallen; we
Ursachen aber die ungleiche Gröfse der Variationen bedin
läfst sich überall kaum ahnen und auf jeden Fall aus di
wenigen Thatsachen nicht wohl ermitteln.

Uebereinstimmend mit den hier angegebenen Result
folgt auch aus Beobachtungen von Boussingault, deren
kanntwerdung wir Al. v. Humboldt[1] verdanken, dafs
täglichen Variationen auch da, wo die Nadel östliche Ab
chung hat, derjenigen gleichkommen, welche sie bei we
cher Declination zeigt. Zu Marmato in Columbien, wo
östliche Declination 6° 33′ beträgt, nimmt sie von Morg
Uhr bis Mittags ab, was mit Duperrey's Beobachtunge
Payta und denen von Kupffer zu Kasan und von A. G.
man[2] an mehrern Orten Sibiriens übereinstimmt, wo gl
falls östliche Abweichung herrscht. Die Nordspitze der N
wovon ohne anderweitige nähere Angabe bei diesen Be
mungen allezeit die Rede ist, bewegt sich also sowohl
nördlicher als auch bei südlicher Declination der Sonne
Ost nach West, während dieselbe sich südlich vom mag

1 Poggendorff's Ann. XV. 331.
2 Ebend. XVI. 153.

[de]m Aequator von West nach Ost bewegt. Nach Boussin[g]ault beträgt die Amplitude des Variationsbogens unter den [T]ropen vom Morgen bis Mittag im August im Mittel 4′ 31″, [i]m September 3′ 13″, also dreimal weniger als bei uns, aber [m]it einer Regelmäſsigkeit und Beständigkeit der Gröſsen, wie [d]ie Veränderungen des Barometers in jenen Gegenden.

Von den noch nicht mitgetheilten Beobachtungen unter [m]ittlern Breiten erwähne ich hier nur noch diejenigen zahl[rei]chen im März und April 1829, aus denen Fischer[1] den [Ga]ng der täglichen Variation der Declination zu Malta er[mi]ttelte. Hiernach fällt das westliche Maximum auf 1 Uhr [.]5 Min. Nachmittags, nimmt ab bis 10 Uhr Abends, die Na[de]l bleibt stationär bis Sonnenaufgang, Abnahme tritt wieder [ei]n bis 8 Uhr 45 Min. Morgens, worauf wieder Zunahme er[fol]gt, die bis zum Anfangstermine um 1 Uhr 45 Min. fort[da]uert. Der Unterschied zwischen dem Maximum und Mini[mu]m oder die Gröſse der täglichen Variation betrug im April [.]′ 12″.

Bei weitem das Meiste für die nähere Kenntniſs des Ma[gne]tismus überhaupt und namentlich der jährlichen und tägli[ch]en Variationen der Declination ist in den neuesten Zeiten [dur]ch correspondirende Beobachtungen geschehn, wozu zwei [hö]chst berühmte Gelehrte, A. v. Humboldt und Gauss, An[re]gung gegeben haben. Al. v. Humboldt richtete schon [wä]hrend seiner Reise auf die Ausmittelung der Gesetze des [tel]lurischen Magnetismus ein vorzügliches Augenmerk und be[ab]sichtigte später in den Jahren 1806 und 1807 stündliche [Be]obachtungen zu Berlin anzustellen, was jedoch durch die [pol]itischen Wirren gehindert wurde. Neuerdings sind aber [A]nstaltungen getroffen worden, um diesen Vorschlag auf einer [aus]gedehnten Stationenlinie zu realisiren, die von Freiberg und [Ber]lin ausgehend sich bis tief in das Innere des russischen [Re]ichs erstreckt, wobei die Mitwirkung der kaiserlichen Aka[de]mie zu Petersburg und namentlich des verdienstvollen Aka[de]mikers Kupffer von unschätzbarem Nutzen ist. Als erste [Fr]üchte dieser gemeinschaftlichen Bemühungen hat Dove[2] eine

1 Phil. Trans. 1833. p. 237.

2 Poggendorff's Ann. XIX. 361. Vergl. Bibl. univ. 1832. Août. [p.] 362.

Reihe der schätzbarsten Thatsachen ausführlich mitgetheilt, wovon es genügen wird, die Hauptresultate hier aufzunehmen, die durch eine Vergleichung der Originalbeobachtungen hinlänglich begründet sind. Die zu gleichzeitigen Beobachtungen an vorher bestimmten Stunden gewählten Orte waren Freiberg, Berlin, Petersburg, Kasan, Nicolajew und Marmato in Columbien. Zu Freiberg befindet sich die beobachtete Nadel ungefähr 35 Lachter tief unter der Erdoberfläche im Fürstenstollen und die Vergleichung der daselbst erhaltenen Resultate mit denen von den übrigen Orten beweist das bereits von Cassini aus seinen 80 Fuſs tief in den Kellern unter der Sternwarte zu Paris im Jahre 1782 angestellten Beobachtungen aufgefundene Gesetz, nämlich daſs die täglichen Veränderungen der Declination in einer Tiefe, wo die täglichen Temperaturveränderungen aufhören, ebenso statt finden, als an der Erdoberfläche. Aus einer Zusammenstellung gleichzeitiger Beobachtungen an den 5 ersten der genannten Orte ergiebt sich zuerst, daſs die täglichen Variationen an den entferntesten Orten auf die nämlichen Stunden des Tages fallen und meistens mit einer ganz unerwarteten Genauigkeit; demnächst aber kann aus den abweichenden Erscheinungen ermittelt werden, welche partielle Störungen eine Abweichung von diesem Gesetze veranlassen. Um dieses darzuthun, sind zuerst die zu Freiberg erhaltenen Resultate geordnet und hernach mit den übrigen verglichen worden.

Werden die Freiberger Beobachtungen für sich betrachtet, so fällt an den Tagen der regelmäſsigen Oscillationen das Mittel der Abweichung der horizontalen Nadel auf Morgens 10 Uhr 30 Min. (welche Zeit man daher auch zur Ausmittelung der mittlern Declination eines Orts wählen muſs) und Abends 6 Uhr 30 (eine für die angegebene Bestimmung nicht gleich günstige Zeit); das Maximum der westlichen Abweichung fällt auf 1 Uhr 45 Min. Nachmittags, das Minimum auf 8 Uhr 15 Min. Morgens, der ganze durchlaufene Bogen beträgt 9′ 6″, wovon jedoch zwei Drittheile = 6′ 4″ westlich und ein Drittheil = 3′ 2″ östlich liegen. Uebereinstimmend hiermit bleibt die Nadel nur 8 Stunden auf der Ostseite und 16 Stunden auf der Westseite. Die Nadel hat ihren östlichsten Stand Morgens 8 Uhr 15 Min. und bewegt sich westlich bis 1 Uhr 45 Min. Nachmittags, dann wieder rückwärts bis 6 Uhr 30

..n Abends, wo fast allezeit ein kleiner Stillstand eintritt, ..n aber die östliche Bewegung sogleich wieder beginnt, bis .. 1 Uhr 15 Min. Morgens das Minimum ihrer westlichen ..weichung genau wieder erreicht wird, so dafs also das ..eite Minimum 12 Stunden nach dem ersten Maximum fällt; ..e westliche Bewegung am Morgen dauert aber nur 5 Stun..n 30 Minuten, die östliche Abends dagegen 11 Stunden 30 ..uten. Die Veränderungen in der Nacht sind geringer, ..chen mehr einem Stillstande und werden daher oft gar ..cht wahrgenommen. Die Vergleichung der Beobachtungen an ..derem Orten giebt folgende Resultate.

1) Die Zeit des Maximums der westlichen Declination der ..delspitze, die um 1 Uhr 15 Min. Nachmittags eintritt, ist ..abhängig von den Jahreszeiten.

2) Die Zeit des Minimums wechselt zwischen 6 Uhr bis .. Uhr Morgens und ist früher im Sommer, als im Winter.

3) Die Gröfse der Veränderung ist bedeutender im Som..r als im Winter, denn sie betrug im Mittel:

im October und November	10'	10'',5
— December bis Februar	6	45,4
— März bis Mai	13	15,2
— Juni bis August	14	57,2.

..ch spätern Beobachtungen von Dove[1] und Riess zu Berlin ..den Monaten September, October und November 1830 er.. sich zuerst eine langsame, dann eine schnelle Abnahme ..er Gröfse, die im Mittel im September 9' 56'', im Octob. ..'' und im November 6' 11'' betrug. Diese letztern Be..obachtungen zeigen aufserdem, dafs die vorübergehenden Ver..änderungen der Gröfse der täglichen Oscillationen meistens ..ht auf einen Tag beschränkt sind, sondern sich auf meh..e ausdehnen, und zwar so, dafs einer auffallend kleinen ..cillation in der Regel eine auffallend grofse vorangeht und ..folgt.

4) Die Oscillation während der Nacht ist unbedeutend. ..raus ergiebt sich also die bereits erwähnte Regel, dafs man ..r Bestimmung der *mittlern Declination* die Zeit um 10 Uhr .. Min. Morgens wählen müsse, weil der zweite Durchgang

1 Poggendorff's Ann. XX. 543.

der Nadel durch den magnetischen Meridian nicht so bleibend an eine gewisse Stunde gebunden ist.

Das auffallendste Resultat, welches aus der Vergleichung der Beobachtungen an entlegenen Orten hervorgeht, ist der Umstand, dafs die Variationen, selbst bei den gröfsten Entfernungen, in die nämlichen Tagesstunden fallen, woraus mit einer gewissen Nothwendigkeit zu folgen scheint, dafs sie nicht von einer bleibenden Ursache im Innern der Erde, sondern vom täglichen Einflusse der Sonne abzuleiten sind. Am deutlichsten ersieht man dieses aus der graphischen Zusammenstellung der Beobachtungen an den fünf ersten der oben genannten Orte, wie die Zeichnung sie darstellt, wobei die Zeiten für jeden Ort besonders bestimmt sind. Es fällt [illegible] nach

Fig. 222.

	Freiberg.	Kasan.	Nicolajew.	Petersburg.
Minim.	8 Uhr	9 Uhr	8 Uhr	8 Uhr
Maxim.	1 —	2 —	2 —	2 —
Elong.	12′ 11″,9	10′ 36″,5	10′ 53″,4	12′ 10″,1

Wie genau aber auch die Zeiten der Variationen in der Declination an verschiedenen Orten mit einander übereinstimmen, so ist dieses doch keineswegs auf gleiche Weise der Fall mit der Gröfse des Abweichungsbogens, welcher nicht selten am nämlichen Tage an einem der Orte beträchtlich gröfser oder kleiner ist als am andern, so dafs man überhaupt nicht wohl aus einer einzelnen Beobachtung auf die Gröfse der mittlern Variation mit Sicherheit schliefsen kann, ohne dafs es möglich ist, die Ursachen dieser Anomalieen, wobei zuweilen der magnetische Meridian eine Verrückung erhalten zu haben scheint, mit genügender Wahrscheinlichkeit aufzufinden. Diese Anomalieen sind jedoch nicht als Folge von Störungen zu betrachten, die sich als ein Zittern der Nadeln und Abweichung von dem gewöhnlichen Gange, wenn man aus den unregelmäfsigen Schwankungen das Mittel nimmt, darstellen. Solche Zitterungen entstehn so leicht aus örtlichen Einflüssen, z. B. aus Bebungen und unvermeidlichen Luftströmungen, dafs es unmöglich ist, diese stets von den Störungen des Magnetismus selbst gehörig zu unterscheiden[1]. Die zusammen-

1 Diese Hindernisse zu vermeiden wandte Gauss die schweren Nadeln an.

stellten Beobachtungen reichten nicht hin, um hierüber im Einzel-
en zu urtheilen, indefs glaubt Dove dennoch gefunden zu haben,
als die unregelmäfsigen Veränderungen der Nadel mit der geogra-
phischen Breite abnehmen. Unter die vorzüglichsten störenden
rsachen gehören bekanntlich die Nordlichter, die ihre Wirkun-
gen zuweilen schon am Tage vor ihrem Erscheinen äufsern;
ber auch ohne das Vorhandenseyn dieser Ursache traf eine
deutende Anomalie der täglichen Variation auf den 19ten
nd 20sten Dec., als zu Berlin eine bedeutende Menge Schnee
l und dauernde heftige Kälte eintrat, die nicht local war,
dem auch zu Kasan das Thermometer von — 6° R. in 24
unden auf — 18°, dann auf — 22°,6 und am 26sten bis
31° R. bei einem Barometerstande von 787,1 Millim. her-
ging. Dove glaubt mit Recht, dafs eine so plötzliche
ärmezunahme auf den tellurischen Magnetismus Einflufs haben
sse.

Der merkwürdige Umstand, dafs die durch Nordlichter
ranlafsten Störungen der Magnetnadel an den entferntesten
ten gleichzeitig erfolgen, wenn gleich ihre Wirkungen von
gleicher Gröfse sind, geht klar aus der Zusammenstellung
r Beobachtungen hervor, die zu Petersburg, Nicolajew und
an am 5. Mai 1830 angestellt wurden, wie sie durch Ku-
a[1] mitgetheilt worden sind. Die unregelmäfsigen Schwan-
gen an allen drei Orten erfolgten nicht wie die täglichen
riationen an den nämlichen Tagesstunden jedes speciellen
s, sondern gleichzeitig.

Kupffer[2] hat mit denjenigen Beobachtungen, welche
ichzeitig an den oben genannten Orten angestellt wurden,
h diejenigen verglichen, die der jüngere von Fuss als Be-
iter der russischen Gesandtschaft nach Peking mit vor-
flichen Instrumenten zu machen Gelegenheit hatte. Hier
bachtete er die tägliche Variation am 21. Dec. 1830 und
d den Unterschied zwischen der gröfsten östlichen Abwei-
ng Morgens um 10 Uhr und der gröfsten westlichen Mit-
s um 12 Uhr 30 Minuten = 4′ 35″. Am 22. December
d die erstere Morgens um 8 Uhr, die letztere um Mittag
s, der Unterschied betrug 4′ 10″. Am 20. März des fol-

1 Mém. de Petersb. VIme Sér. T. I. p. XXI.
2 Poggendorff's Ann. XXV. 226.

genden Jahres war die gröfste östliche Ablenkung um 8 Uhr 30 Min. Morgens, die gröfste westliche um 2 Uhr Nachmittags, der durchlaufene Bogen betrug 3′ 47″. Am folgenden Tage fielen die Extreme auf 9 Uhr 30 Min. Morgens und 12 Uhr Min. Mittags, der Unterschied betrug 7′ 35″. Zu Petersburg war an diesen nämlichen Tagen am 21. Dec. die gröfste östliche Ablenkung um 4 Uhr 20 Min. Morgens, die gröfste westliche um Mittag, der Unterschied betrug 13′ 30″, aber der erste Stand der Nadel war eine Anomalie und sie durchlief von 10 Uhr Morgens bis Mittag nur einen Bogen von ... Am folgenden Tage hatte die Nadel während der ganzen Nacht oscillirt und kam erst um 8 Uhr Morgens zum Stillstande. Von da an erreichte sie bis 11 Uhr ihre gröfste westliche Abweichung, wobei sie in diesem Zeitintervall einen Bogen von ungefähr 2′ durchlief. Am 20. März fiel die gröfste östliche Ablenkung um 8 Uhr 40 Min. Morgens und die gröfste westliche um 2 Uhr Nachmittags; der durchlaufene Bogen betrug 9′. Am folgenden Tage fiel die gröfste östliche Abweichung auf 9 Uhr 20 Min. Morgens, die gröfste westliche auf 1 Uhr 20 Min. Nachmittags, der beschriebene Bogen betrug 12′. Kupffer findet in den Resultaten der Beobachtungen der unregelmäfsigen Variationen in der Abweichung, wie diese durch Fuss wahrgenommen wurden, die Bestätigung einer schon früher[1] von ihm geäufserten Vermuthung, nämlich dafs die Perturbationen der Abweichung mit einer augenblicklichen Retrogradation der Linien ohne Abweichung zusammenhängen oder mit einer plötzlichen, aber allgemeinen Aenderung in der Vertheilung der magnetischen Kräfte der Erde. Ein Grund hierzu ist allerdings vorhanden. Nach dieser Hypothese müfsten nämlich, wenn die Nadeln in Europa (wo sie jetzt nach Osten gehn) eine unregelmäfsige Bewegung nach Osten zeigen, die Nadeln an solchen Orten, wo sie jetzt regelmäfsig nach Westen gehn, in demselben Augenblicke nach Westen verrücken und umgekehrt. Es zeigte sich aber zu Peking an den Beobachtungstagen nur einmal eine bedeutende unregelmäfsige Ablenkung derselben, nämlich in der Nacht vom 22. zum 23. December um 2 Uhr

---

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXV. p. 241. Poggendorff's Ann. X. 562.

30 Min. nach Mitternacht; die Nadel befand sich 5′ 6″ östlich von ihrem mittlern Stande. In demselben Augenblicke, nämlich um 8 Uhr 40 Min. Abends am 22 December (da der Längenunterschied beider Orte 5 Stunden 36 Min. beträgt, also bis auf wenige Minuten gleichzeitig), rückte die Nadel zu Petersburg bedeutend nach West, so dafs sie etwa um 7′ westlicher stand, als Morgens um 11 Uhr zur Zeit ihrer regelmäfsigen gröfsten westlichen Abweichung. Hiernach würde sich der von Hansteen gleichfalls angegebene Gegensatz zwischen dem Verhalten der regelmäfsigen, östlichen und westlichen Abweichung der Magnetnadel sich für die entlegensten Orte auch auf die unregelmäfsigen Variationen erstrecken und allgemeiner wirkende Ursachen dasjenige bedingen, was man geneigt seyn sollte, speciellen örtlichen Einflüssen beizulegen. Man kann jedoch nicht sagen, dafs die Theorie des tellurischen Magnetismus, falls die Thatsache durch fernere Beobachtungen Bestätigung finden sollte, hierdurch erleichtert würde, vielmehr scheint sie sich nur noch mehr in ein undurchdringliches Dunkel hüllen zu wollen.

Die bereits erwähnten höchst schätzbaren Bemühungen von Gauss im eigends dazu eingerichteten magnetischen Observatorium zu Göttingen haben gleichfalls den Zweck, durch correspondirende Beobachtungen an entlegenen Orten das Zusammenfallen der anomalen Variationen auszumitteln, um hierdurch den diese bewirkenden Ursachen näher auf die Spur zu kommen, und schon beginnt der bewiesene thätige Eifer nicht unbedeutende Früchte zu tragen, wie wir so eben mit Vergnügen erfahren[1]. Auf gleiche Weise, als nach dem frühern Vorschlage von v. Humboldt, werden an den entferntesten Orten mit ähnlichen kleinern Apparaten, als die grofsen Göttingischen, in vorher bestimmten Zeiten in kurzen Intervallen Beobachtungen angestellt und mit einander verglichen. Aus den entlegenen Orten konnten hierüber bisher noch keine Nachrichten eintreffen, allein die Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen, unter andern von Sartorius unweit Meiningen und zu Frankfurt, von Encke und Poggendorff zu Berlin, ergeben schon das merkwürdige gleichzeitige Zusammenfallen der anomalen Variationen.

1 Götting. Gel. Anz. 1834. No. 128.

Unter den partiellen Ursachen, welche eine Variation der magnetischen Abweichung zur Folge haben, übergehn wir die bedeutendste, nämlich die *Nordlichter*, deren Einfluſs bereits öfter erwähnt und durch die sprechendsten Thatsachen so vollkommen auſser Zweifel gesetzt worden ist, daſs es keines weitern Beweises hierfür bedarf. Für einen Einfluſs der *Witterung* auf die Declination zeugt die oben erwähnte Beobachtung von Dove, auſserdem aber hat auch Schübler[1] nicht unbedeutende Beiträge zur Entscheidung dieser Frage geliefert. Seine mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Beobachtungen wurden zwar wegen amtlicher Geschäfte nicht so angestellt, daſs sie als eine ohne Unterbrechung zusammenhängende Reihe gelten könnten, sind jedoch zahlreich genug, um hinsichtlich des fraglichen Punctes eine gewichtige Auskunft zu geben. Nach einer Zusammenstellung aller aufgezeichneten Werthe beträgt die Gröſse der täglichen Variation zu Tübingen für die verschiedene Witterung

	heitere	gemischte	trübe	Mittel
Winter	8',0	7',6	6',7	7',40
Frühling	14,4	13,1	12,3	13,33
Sommer	16,2	15,2	13,6	15,12
Herbst	11,9	10,9	9,9	10,11
Jahr	12,6	11,7	10,6	11,68,

die tägliche Variation steigt demnach vom Wintersolstitium an bis zum Sommer von 8' bis zu 16',2, im Sommer ist sie an heitern Tagen im Mittel um 2',6 gröſser, als an trüben, im Winter dagegen nur um 1',3. Die Sache erscheint um so wichtiger, da Schübler zu den oben erwähnten dreimonatlichen Declinationsvariationen zu Berlin aus geeigneten Zeitschriften die nicht mit angegebenen gleichzeitigen Witterungsverhältnisse aufgesucht und daraus entnommen hat, daſs die Variation der Declination an trüben Tagen 9' 45", an heitern aber 8' 1" betrug. Einige wenige Beobachtungen von Farquharson[2] führen zu dem nämlichen Resultate. Dieser fand an dem hellsten Tage seiner Beobachtungen den 2. Oct. 1[illegible] bei 11°,1 C. Temperatur die Variation = 26' 20", an den zwei trübsten den 3. und 4. Dec. aber bei 5°,5 C. Temperatur

1 Schweigg. Journ. Th. LXVII. S. 95.
2 Phil. Trans. 1830. p. 115.

'20" und 3' 40". Dieser grofse Unterschied ist zwar zum weitem gröfsten Theile eine Folge der Abnahme der tägn Variation im Winter, kann jedoch grofsentheils auch Einflusse der Witterung beigemessen werden. Farquhar ist geneigt, die Ursache hiervon mehr dem Einflusse Wärme, als dem der Sonnenstrahlen beizulegen, weil er ukt haben will, dafs die Wirkung geringer ist, wenn h eine stärkere Schneedecke die Erwärmung des Bodens dert wird, als wenn nur wenig oder gar kein Schnee . Schübler dagegen glaubt, dafs der gleichzeitige elekie Zustand der Atmosphäre diese Wirkung hauptsächlich orbringe, aber auch G. A. Erman[1] leitete sie von der me ab, weil bei seinen Beobachtungen zu Petersburg die schiede vorzüglich durch heitere und regnerische Witte- bedingt wurden. Im Ganzen sind jedoch noch bei weinicht Thatsachen genug vorhanden, um hierüber mit Siheit zu entscheiden, und Letzteres ist um so weniger mög-, da aus den bisherigen Mittheilungen evident hervorgeht, die den tellurischen Magnetismus modificirenden Bedingen sich über weit gröfsere Flächen der Erde erstrecken, wo die Witterung gleichzeitig den nämlichen Charakhat.

Rücksichtlich der *speciellen Einflüsse* auf die Declinatheilt G. A. Erman[2] eine schätzbare Erfahrung mit. Dierlebte nämlich am 8. März 1829 ein Erdbeben zu Irkutzk fand, dafs die ziemlich heftigen Erdstöfse für die Zeit einigen Minuten nach denselben keine Aenderung der Detion am Gambay'schen Declinatorium erzeugten, die nur einzige Bogenminute betrug, indem die Nadel gerade so l, als sie nach fünftägigen Messungen um diese Zeit stehn te. Kupffer[3] schreibt dagegen den Erdbeben und vulcaen Ausbrüchen nicht blofs einen vorübergehenden, sonsogar einen bleibenden Einflufs auf die Neigung und Abhung der Magnetnadel zu. Für eine vorübergehende Afng der horizontalen Nadel entscheidet die Beobachtung Zobel[4], welcher in einer Kohlengrube unfern Mühlheim

1 Mém. de Petersb. T. I. p. 105.
2 Poggendorff's Ann. XVI. 157.
3 Ebend. 132.
4 Ebend. XII. 330.

an der Ruhr, etwa 155 Fufs unter der Meeresfläche, am 23 Febr. 1828 zwischen 8 und 9 Uhr Morgens seine Markscheide-Operationen nicht fortsetzen konnte, weil seine Nadel Oscillationen bis zu 180° im Bogen machte und auch in der Neigung zu schwanken schien, während auf der Oberfläche der Erde in jenen Gegenden ein Erdbeben war, wovon er und die in der Tiefe arbeitenden Bergleute jedoch nichts verspürten.

Aeltere beobachtete Schwankungen der Magnetnadel bei Erdbeben, die z. B. KANT[1], ROBISON[2], DE LA METHERIE[3], DELLA TORRE[4] und andere erwähnen, lassen sich leicht als solche betrachten, die alle schwebende Körper bei heftigen Erderschütterungen annehmen müssen, ohne dafs man veranlafst wäre, sie einer Veränderung des tellurischen Magnetismus beizulegen. Wichtiger ist, was v. HUMBOLDT[5] berichtet, dafs nämlich die Neigung seiner Nadel zu Cumana am 1 Nov. 1799 drei Tage vor dem Erdbeben von ihm = 43°,... drei Tage nach demselben am 7. Nov. aber = 42°,75 ... ein Jahr nachher = 42°,8 gemessen wurde, woraus mindestens wahrscheinlich wird, dafs bei einer so bedeutenden Modificirung der Neigungsnadel auch die Abweichungsnadel nicht ohne allen Einflufs geblieben seyn würde. Indefs erwähnt auch VASSALLI-EANDI[6], dafs 1808 beim Erdbeben zu Pignerol die Magnetnadel nicht afficirt wurde, und ARAGO[7] ist gleichfalls nicht geneigt, die Schwankungen der Nadel zu Paris am 19. Febr. 1822 als Folge des Erdbebens anzusehn, was damals dort verspürt wurde. Im Ganzen mufs man als wahrscheinlich annehmen, dafs Erdbeben, die allezeit nur partiell sind und ihrer weiten Ausdehnung ungeachtet nur einen geringen Theil der Erde treffen, den allem Anscheine nach über die gesammte Erdrinde regelmäfsig verbreiteten tellurischen Magnetismus gar nicht oder nur seine speciellen örtlichen

1 Verm. Schriften Th. I. S. 564. Phys. Geographie. Th. II. ... theil. 2. S. 420.

2 Syst. of Mechan. Phil. T. IV. p. 371.

3 Théorie de la Terre. T. III. p. 295.

4 Hist. et phénomènes du Vesuve. p. 221.

5 Voy. aux Rég. équin. T. IV. p. 25.

6 Journ. de Phys. T. LXVII. p. 292.

7 Ann. Chim. Phys. T. XIX. p. 106.

eufserungen, und zwar dann nur vorübergehend, afficiren onen.

Nach Fischer's[1] Erfahrungen wird die Intensität der Maetnadeln vorübergehend durch Gewitter, namentlich durch onner und Blitz, geschwächt, was in Beziehung auf eine örthe und temporäre Wirkung aus dem erwiesenen Zusammenge zwischen Elektricität und Magnetismus allenfalls erklär' ist, und mit noch geringerer Schwierigkeit läfst sich die liche Ablenkung der Magnetnadel am Rande der Vulcane dem vielen dort vorhandenen Eisen ableiten. De Borda er andern fand am Krater des Pics von Teneriffa die Abichung = 19° 40′ westlich, zu Sta. Cruz dagegen = 15° 50′, Gomera = 15° 45′. Fischer fand mit dem nämlichen Inmente am Rande des Kraters auf dem Vesuv in 3400 engl. s Höhe die Abweichung = 12° 25′ westlich, zwischen Ba- und Neapel = 15° 20′, und auf gleiche Weise am Südostde des Aetna in 11000 engl. Fufs Höhe die Abweichung 18° 35′ westlich, zu Catanea südlich vom Vulcane = 16° und zu Messina nordöstlich = 17° 12′. Ueber andere le Ablenkungen ist bereits das Nöthige beigebracht worden, lassen sich diese wohl ohne Ausnahme leicht erklären, so es überflüssig erscheinen müfste, hierüber noch weitere ersuchungen anzustellen.

Neigung der in ihrem Schwerpuncte aufgehangenen Nadel gegen den Horizont.

Wenn man eine Magnetnadel genau in ihrem Schwerte mit einer feinen horizontalen Axe versieht und sie auf r frei beweglich im magnetischen Meridiane aufhängt, so auf der Nordhälfte der Erde das Nordpolarende dieser l herabsinken und einen Winkel mit der Horizontalebene n, welchen man den Neigungswinkel oder die Neigung Neigungsnadel, die Inclination der Inclinationsnadel nennt. Messung der Inclination an einem hinlänglich fein geten Kreise wäre unter diesen Bedingungen leicht, wenn ere in absoluter Schärfe sich erreichen liefsen; allein dieist kaum möglich und daher gehört die Bestimmung der

1 Phil. Trans. 1823. p. 243.

Neigung unter die schwierigern Probleme, die zur Auffindung der Aeufserungen des tellurischen Magnetismus gehören, wenn man sich auch dazu der im vorletzten Abschnitte beschriebenen vollendetern Apparate und der zugleich angegebenen bessern Methoden bedient. Rudberg[1] räth daher, jede Bestimmung durch zwei Beobachtungsmethoden zu suchen und zur Vermeidung der Fehler, die daraus entstehn müssen, wenn die Nadel nicht genau in ihrem Schwerpuncte balancirt ist, zuerst ihre Pole umzukehren, die Neigung zu messen, dann sie wieder durch eine gleiche Anzahl von Strichen entgegengesetzt zu magnetisiren und abermals zu messen. Aufserdem aber soll man nach seinem Vorschlage nach der beschriebenen Messung die Nadel auf beiden Seiten des magnetischen Meridians östlich und westlich im Azimuth in Winkeln beobachten, die jedoch nicht über 30° betragen dürfen. Um dieses Verfahren kurz anzugeben, dient Folgendes mit Hinweisung auf die im vorhergehenden Abschnitte enthaltene ausführlichere Erörterung. Sind die auf diese Weise vor und nach der Umkehrung gemessenen Neigungen $= i, i', i'' \ldots$, die magnetischen Azimuthe $= \alpha, \alpha', \alpha'' \ldots$, so ist

$$\text{Cot.} I = \frac{\Sigma(\text{Cot.}\, i\, \text{Cos.}\, \alpha)}{\Sigma(\text{Cos.}^2 \alpha)}.$$

Nach Kupffer[2] können aber durch beide Methoden die constanten Fehler, namentlich diejenigen nicht völlig vermieden werden, die entstehn, wenn die Axe der Nadel nicht völlig cylindrisch ist.

Die magnetischen Inclinationen an den verschiedenen Orten der Erde sind bei weitem nicht so häufig gemessen worden als die Declinationen, auch legte man auf die Kenntnifs der letztern ungleich früher einen gröfsern Werth, als auf die erstere, hauptsächlich wegen ihres Einflusses auf die Schifffahrt; inzwischen haben wir insbesondere aus der neuern Zeit eine sehr grofse Menge genauer Beobachtungen, die bei der Untersuchung dieses eigenthümlichen Verhaltens des tellurischen Magnetismus als Grundlage dienen können. Auch zur Anstellung dieser Untersuchungen wurde der Impuls durch

1 Quetelet Corresp. mathem. et phys. de l'Observ. de Br. VIII. p. 217.

2 Poggendorff's Ann. XXV. 221.

v. Humboldt gegeben, Hansteen aber hat sich das Verdienst erworben, durch das Zusammenstellen und Ordnen der vorhandenen, kritisch geprüften Materialien allen künftigen Forschungen eine feste Grundlage zu verschaffen. Früher hat Cavallo[1] die wichtigsten, bis auf seine Zeit bekannten Beobachtungen zusammengestellt, und Wilke[2] machte den Versuch, aus den Messungen von Cunningham, Feuillée, de la Caille, Ekeberg und andern eine Neigungscharte zu entwerfen, indem er diejenigen Orte, die eine gleiche magnetische Neigung haben, durch Linien mit einander verband, die man nach Hansteen *isoklinische Linien* nennt.

So wie es magnetische Meridiane zum Unterschiede von den astronomischen giebt, zu deren Bestimmung die Abweichung der Magnetnadel dient, muſs die Neigungsnadel auch die *magnetische Breite* geben, die vom Aequator mit Null anfangend nach Norden und Süden hin zunimmt, unter den magnetischen Polen selbst aber = 90° wird. Dieses setzt man aber einen *magnetischen Aequator* voraus, welcher nicht nothwendig mit dem geographischen zusammenfallen muſs, und es folgt dann von selbst, daſs man auch von einer *magnetischen Länge* reden könne, die von irgend einem Puncte im magnetischen Aequator anfangend östlich und westlich gezählt werden kann. Vor allen Dingen war daher zuerst erforderlich, den magnetischen Aequator genau aufzufinden, wovon man anfangs glaubte, daſs er mit dem astronomischen zusammenfalle, und als sich zeigte, daſs dieses nicht statt finde, weil die Neigungsnadel an einigen Puncten unter der Linie noch eine meſsbare Inclination wahrnehmen lieſs, genügten die vorhandenen Beobachtungen nicht, darüber bestimmt zu entscheiden, ob der magnetische Aequator dem astronomischen parallel laufe, oder ihn in zwei Puncten schneide. Mit Uebergehung früherer Versuche erwähne ich bloſs dasjenige, was mit den schätzbaren Beobachtungen Al. v. Humboldt's in dieser Beziehung geschehn ist. Früher war man allgemein der Meinung, welcher Biot[3] anfangs noch huldigte, der magne-

---

1 Theoret. und prakt. Abhandlung d. Lehre vom Magnete. Aus dem Engl. Leipz. 1788. 8.

2 Versuch einer magnetischen Neigungscharte. In Schwed. Abhandl. für 1768. T. XXX. p. 209.

3 Traité de Phys. T. III. p. 129.

tische Aequator sey ein größter Kreis, welcher den astronomischen Aequator in zwei Puncten schneidend um die ganze Erde laufe. Von den beiden hiernach vorhandenen Knoten setzte man den einen in 113° 14′ westl. Länge von Greenwich in das Südmeer neben die Insel Gallapago, ungefähr 900 französ. Meilen von den Küsten Peru's, wonach der andere Knoten in 293° 14′ westl. oder unter 66° 46′ östl. Länge liegen müßte. Es ergab sich bald aus den Beobachtungen von COOK und WILLIAM BAYLY, daß dieses nicht seyn könne, indem beide im Jahre 1777 den magnetischen Aequator in 156° 30′ 9″ westl. Länge und 3° 13′ 40″ südl. Br. auffanden, statt daß er nach der Voraussetzung eines größten Kreises sich in jener Länge unter 8° 56′ 30″ nördl. Br. hätte finden müssen. Uebereinstimmend mit BAYLY fand auch DALRYMPLE die Neigung = 0 unter 7° nördl. B. im Meere von China in 106° 20′ östl. Länge, wonach also der magnetische Aequator den astronomischen außer dem angegebenen westlichen Knoten noch einmal und in Folge hiervon abermals, im Ganzen also viermal schneiden mußte[1]. MORLET[2] suchte die verschiedenen Beobachtungen zu vereinigen, interpolirte die fehlenden Stellen und zeichnete hiernach denjenigen magnetischen Aequator, welchen BIOT[3] aufgenommen hat. Dieser schneidet ungefähr in 18° 20′ östl. Länge von Greenwich an der Küste von Africa den astronomischen Aequator, senkt nach Westen hin sich südlich herab und erreicht seine größte südliche Breite von 14° 10′ diesseit Brasilien in ungefähr 39° westl. Länge, läuft eine Strecke lang dem astronomischen Aequator parallel durch America, nähert sich in etwa 96° westl. L. bei den Gallapagos-Inseln diesem wieder und kommt mit ihm zur Berührung, ohne ihn zu schneiden, in 117° 40′ westl. L., von wo an er sich wieder südlich senkt und das zweite Maximum seiner südlichen Breite von 3° 15′ ungefähr in 160° westl. L. erreicht. Dieser Punct liegt nahe in der Mitte zwischen den Freundschafts- und Societätsinseln. Von diesem Puncte an erhebt er sich allmälig gegen Norden, schneidet den

---

1 Les Variations du magnetisme terrestre à differentes Latitudes Par MM. HUMBOLDT et BIOT. Par. 24 pp. 4. mit 2 K.

2 Mém. prés. à l'Inst. de France. T. III. p. 132.

3 Précis élém. T. II. Pl. III.

stronomischen Aequator in etwa 176° östl. Länge von Green-ich, nicht weit vom Meridian der Mulgrave-Inseln, erreicht in erstes Maximum der nördlichen Declination von 9° in 0° östl. Länge, nähert sich dem astronomischen Aequator ieder bis auf 7° 44′ beim Eingange des Golfs von Siam dlich der Insel Condor unter etwa 108° östl. Länge, erhebt ich abermals nach Norden, läuft durch den Golf von Ben-len, schneidet die Spitze von Indien, bis er in ungefähr ° östl. Länge sein zweites absolutes nördliches Maximum n 11° 47′ erreicht. Von hier aus senkt er sich schnell her-, schneidet in der Gegend der Meerenge Bab-el-Mandeb die Küste von Africa ein und gelangt so wieder zum oben gegebenen Anfangspuncte. Biot, welcher einen Magnet im ntrum der Erde als die Ursache der sämmtlichen Erschei-ngen des tellurischen Magnetismus betrachten wollte, nahm r Erklärung der vermeintlichen Ausbeugung des magneti-hen Aequators im stillen Oceane seine Zuflucht zu einem lich wirkenden kleinen Magnete; allein die ganze Hypo-se ist wohl nicht füglich mit den seitdem bekannt gewor-nen Thatsachen vereinbar.

Neuerdings ist die Lage des magnetischen Aequators genau stimmt worden durch Duperrey[1], welcher dazu seine eigenen lreichen Beobachtungen und die anderer Seefahrer, nament-h Sabine's, benutzte. Vergleicht man den Lauf dieser Linie r Neigung, wie sie durch Hansteen in seinem Atlas für 80 und durch Morlet gezeichnet worden ist, mit demjenigen, lchen sie nach den genannten Beobachtungen zwischen den ren 1822 und 1825 haben mufs, so gelangt man zu eini-n ebenso interessanten als wichtigen Resultaten. Nach Mor-t war unter 24° 55′ westl. Länge von Greenwich die süd-he Breite des magnetischen Aequators = 14° 10′ und unter ° = 11° 36′, nach Duperrey aber am erstern Orte = 12° ′ 11″ und am zweiten = 9° 45′. Der magnetische Aequa-r hat sich also am ersten Orte um 1° 43′, am zweiten um ° 51′ dem geographischen Aequator genähert, an andern vier ncten hat er sich aber davon entfernt. Eine genauere Be-achtung dieser und anderer damit zusammenhängender Er-

1 Ann. Chim. Phys. T. XXX. p. 347. Poggendorff's Ann. III. 175.

scheinungen erfordert jedoch keineswegs die Annahme einer allgemeinen Aenderung seiner Krümmung, sondern läfst sich einfach aus einer Fortrückung desselben von Ost nach West erklären; derselbe müfste also in jenem Zeitraume um 10° zurückgewichen seyn. Uebereinstimmend hiermit fand Duperrey einen Knoten beider Linien unter 174° 20′ östl. Länge, den Hansteen's Charte für 1780 unter 186° 20′ setzt, und Pentinet's Beobachtungen geben einen Tangentialpunct beider Aequatoren unter 129° 40′ westl. Länge, den Morlet unter 117° 40′ westl. Länge setzt, während Hansteen zwei Durchschnittspuncte in 106° 40′ und 123° 40′ westl. Länge annimmt. Sabine fand zu St. Thomas unter 0° 24′ nördl. Br. die Neigung = 0° 4′ S., wonach der Knoten etwa in 7° 20′ östl. Länge fällt, der nach Hansteen und Morlet für 1780 wenigstens in 15° östl. Länge fällt. Ein Fortrücken des magnetischen Aequators von Ost nach West ist daher gar nicht zu bezweifeln, ebenso wie die hieraus nothwendig hervorgehenden Folgerungen, worunter nach Kupffer[1] die jährliche Aenderung der Declination gehört, weil mit dem magnetischen Aequator zugleich die Linien ohne Abweichung sich bewegen müssen. Ein solches Fortschreiten stimmt aufserdem mit der ungleichen Veränderung der Inclination an den verschiedenen Orten auf das Genaueste überein.

Nach der Zeichnung, welche Duperrey[2] an Al. v. Humboldt vorläufig gesandt hat, bildet der magnetische Aequator eine zuweilen gebrochene und in Winkeln ausspringende Linie. Ob dieses in der Wirklichkeit so statt findet oder mehr als eine Folge des kleinen Mafsstabes und der einzelnen, genau gemessenen Puncte zu betrachten ist, läfst sich nicht mit Gewifsheit bestimmen, doch ist Letzteres wahrscheinlicher. Ein Theil des magnetischen Aequators von 0° bis 150° westl. Länge von Greenwich befindet sich auf der Charte der gesammten magnetischen Linien, welche G. A. Erman[3] zur Darstellung seiner eigenen, im Jahre 1829 gemachten Beobachtungen entworfen hat, vollständig ist derselbe aber durch

1 Ann. Chim. et Phys. XXXV. p. 241. Poggendorff's Ann. X. 555.

2 Poggendorff's Ann. XXI. 151. Daselbst die Charte.

3 Poggendorff's Ann. XX. Taf. II.

Lasteen[1] gezeichnet, zwar für das Jahr 1827, allein die ierzu gehörige Lage desselben kann nicht füglich von derjenigen, die dem Jahre 1830 angehört, auf welches wir gern ie magnetischen Linien beziehn möchten, wesentlich abweihen, so dafs sich also die in diesem Zeitraume statt gefunene Aenderung leicht suppliren läfst. Hiernach ist also der agnetische Aequator auf der Charte II. dargestellt. Auf ebeniser befinden sich dann auch als punctirte Linien die *Liin gleicher Neigung* oder die *isoklinischen* Linien, die eils aus Hansteen's und Erman's genannten Charten, theils s Duperrey's und sonstigen später zu erwähnenden Beimmungen der Inclination entnommen sind. Wegen der ichtigkeit der Kenntnifs der magnetischen Neigung in der rdpolaren Zone ist die kleine Polarcharte No. IV. hinzugegt, die insbesondere wegen der neuerdings erhaltenen genern Bestimmung des einen magnetischen Nordpols interant ist.

Char. II.

Char. IV.

Hansteen[2] stellt in Beziehung auf die Linien gleicher eigung folgende aus dem Wesen der Sache entnommene allmeine Regeln auf. 1) Zwei Neigungslinien können einanr nicht schneiden, weil sonst die magnetischen Kräfte der de an einem und demselben Orte zwei verschiedene Mittelhtungen haben müfsten, was unmöglich ist.

2) Die Neigungslinien müssen vom magnetischen Aequator ach Norden mit nördlicher, nach Süden mit südlicher Neigung m magnetischen Aequator nahe parallel in sich zurücklaufende mme Linien um die ganze Erde bilden. Dabei versteht sich von bst, dafs dieser Parallelismus um so viel vollständiger ist, je her die Linien dem magnetischen Aequator sind oder je geger die Inclination ist.

3) Die Neigungslinien können nicht gebrochen seyn, und lassen sich daher manche fehlerhafte Beobachtungen nach der gelmäfsigen Krümmung derjenigen Isoklinen, denen sie zuhören, prüfen und verbessern.

Aus dem Anblicke der Charte, welche mindestens im esentlichen für richtig gelten kann, ergiebt sich ferner, dafs ie Krümmungen der Isoklinen, die vom magnetischen Aequar ausgehn, mit der Vermehrung der geographischen Breite

[1] Poggendorff's Ann. XXI. Taf. V.
[2] G. LXXVI. 190.

zunehmen, und es hat fast das Ansehn, als ob das ganze System dieser Linien gleicher Neigung durch die in den Polarzonen liegenden Ursachen bedingt sey und diesen die vorhandenen eigenthümlichen Krümmungen verdanke. G. A. Erman hat aufserdem versucht, den Zusammenhang zwischen den isogonischen und isoklinischen Linien nachzuweisen; es ist jedoch fraglich, bis zu welchem Grade dieses schon jetzt im Bereiche der Möglichkeit liegt, insofern es ohne eine zum Grunde liegende genügende Theorie des tellurischen Magnetismus schwer ist, das Verhalten desselben unter allgemeine Gesetze zu bringen.

Die Veränderungen des gesammten Systems der Isoklinen in längern Perioden lassen sich gleichfalls am leichtesten aus Charten übersehn, welche die Neigungslinien aus frühern Perioden darstellen. Am brauchbarsten hierzu sind diejenigen, die sich in Hansteen's Atlas finden. Die erste derselben für das Jahr 1600 ist hauptsächlich nach Hudson's Beobachtungen entworfen, Wilke's Charte[1] nach den Messungen von Cunningham, Feuillée, La Caille und Ekeberg dient als Grundlage der Neigungscharte für 1700, Cook's und La Peyrouse's Beobachtungen geben die Materialien zu der dritten für 1780. Es ist zwar interessant, die Veränderungen der Isoklinen zu übersehn, es scheint mir jedoch nicht des Aufwandes werth, für diesen Zweck eigene Charten mitzutheilen, weil diese Veränderungen ungleich einfacher sind, als die der isogonischen Linien. Die eigenthümliche Krümmung des magnetischen Aequators ist sich nämlich so ziemlich gleich geblieben und demnach auch die hiermit correspondirende der Isoklinen; man darf also, um eine Vorstellung derselben zu erhalten, nur den Hauptdurchschnittspunct der beiden Aequatoren soviel weiter östlich rücken, als dem zwischenliegenden Zeitintervalle proportional ist. So schneidet auf Wilke's Charte der magnetische Aequator in ungefähr 36° östl. Länge von Greenwich den geographischen und läuft dann in ähnlichen Krümmungen, als die auf unserer Charte angegebenen, um die ganze Erde bis zu diesem Anfangspuncte zurück. Als interessanter Beitrag zur Kenntnifs der Isoklinen dient hauptsächlich die kleine Neigungscharte für die amerika-

1 Schwedische Abhandlungen für 1768.

sche Nordpolargegend, welche HANSTEEN[1] vorzüglich nach
n Beobachtungen von PARRY mit Zuziehung der ältern von
LTCAIRS und PICKERSGILL aus den Jahren 1774 bis 1776
itworfen hat. Hier gewahrt man bald, dafs die Linien glei-
er Neigung um den magnetischen Nordpol in sich zurück-
ufende Curven bilden, die Ovalen gleichen und auf denen
e Abweichungsnadel in jenen Gegenden meistens lothrecht
t. Ueber ein gewisses unverkennbares und höchst interes-
ntes Verhältnifs zwischen den Isoklinen und Isothermen wird
i Art. *Temperatur* geredet werden.

So wie auf der einen Seite die Bestimmung des magne-
chen Aequators für die Isoklinen von grofser Wichtigkeit
, so ist auf der andern die Lage des einen oder der meh-
n *Magnetpole* derjenigen Erdhälfte, um welche es sich
ndelt, von nicht minderer Bedeutung. Anfangs setzte man
e beiden magnetischen Pole in die Erdpole selbst, was ins-
sondere rücksichtlich des nördlichen der Fall war, woraus
: Lage des südlichen von selbst folgte; inzwischen mufste
e frühzeitig beobachtete Abweichung der Magnetnadel vom
tronomischen Meridiane Zweifel hiergegen hervorrufen, ohne
s man jedoch die Aufgabe aus Mangel an vorhandenen
atsachen gründlich zu verfolgen vermochte. Inwiefern die
tern Versuche, eine Theorie des tellurischen Magnetismus
ufinden, zu einer nähern Bestimmung des magnetischen
dpols führen mufsten, um die Abweichungen und Nei-
gen der Magnetnadel in Einklang zu bringen, ist oben in
em Abschnitte gezeigt worden. In der neuern Zeit setzte BIOT
n nördlichen Magnetpol in 42° 40′ westl. Länge von Green-
h und in 78° nördl. Br. in den östlichen Theil von Grön-
l, den südlichen in 137° 20′ östl. Länge und 78° südl. Br.
wurde jedoch bald klar, dafs auf der nördlichen Erdhälfte
in zwei Magnetpole seyn müfsten, um die eigenthümlichen
mmungen der Isoklinen unter höhern Breiten erklärbar zu
chen. HANSTEEN zeigte dieses überzeugend und bestimmte
Lage des einen, des sogenannten *americanischen Magnet-*
s, für 1830 zu 69° 30′ nördl. Br. und 87° 19′ westl. L. von
eenw. Nach den Ergebnissen auf PARRY's zweiter Reise
n 1822 und 1823, wobei man demselben sehr nahe und

1 Poggendorff's Ann. IV. 277.

noch über ihn hinauskam, indem die Abweichungsnadel eine umgekehrte Richtung annahm, schien er muthmafslich zwischen 71° und 72° nördl. Br. und 99° westl. L. zu liegen[1], auf seiner dritten im Jahre 1824 und 1825 beobachtete Parry zu Port Bowen

unter	73°	14′	nördl. Br. und	88°	55′	westl. L.	die Neigung	88° 1
—	73	6	— —	91	20	—	—	88 2
—	73	9	— —	89	1	—	—	88 8

wonach man ihn in 70° nördl. Br. und 90° westl. L. setzte. Ross beobachtete auf seiner letzten Reise von 1829 bis 183. die Neigung da, wo die Nadel bis auf 1 Minute vertical stand, und setzte hiernach, da 1′ immerhin als Beobachtungsfehler gelten kann, den Pol in 70° 5′ 17″ nördl. Br. und 96° 45′ .. westl. L. Die Anwesenheit dieses einen magnetischen Pols und dafs die Beobachter sich wirklich über demselben befanden, ging auch daraus überzeugend hervor, dafs die Abweichungsnadel beim Umfahren desselben stets gegen ihn gerichtet war und über ihm dem Laufe der täglich am Horizonte umkreisenden Sonne folgte. Der Umfang des eigentlichen Pols beträgt ungefähr eine englische Meile[2].

Aufser den bereits erwähnten ältern Beobachtungen der magnetischen Inclinationen sind in den neuern Zeiten eine

---

1 Bei der Ankunft in Lancastersund zeigte sich ungefähr in .. 19′ 38″ nördl. Br. und 89° 18′ 40″ westl. L. von Greenwich die magnetische Kraft so schwach, dafs die Declinatorien sich blofs nach dem Pole des Eisens im Schiffe einstellten, wenn sie sehr beweglich aufgehängt waren, und ganz still standen, wenn sie schwerer .. hatten. Erst als die Schiffe in 68° 15′ 20″ nördl. Br. und 65° .. westl. L. angekommen waren, wird bemerkt, dafs sich die Nadeln leicht drehten und auf die gewöhnliche Weise bei der Fahrt gebraucht wurden. Wie nahe sie dem magnetischen Pole waren, ergiebt sich aus folgenden gemessenen Inclinationen:

unter	59°	48′	18″	westl. L.	72°	00′	01″	nördl. Br.	I =	84°	14′	05″
	77	22	21	—	73	31	16	—	—	86	03	42
	89	42	21	—	72	45	15	—	—	88	46	42
	103	44	37	—	75	09	22	—	—	88	25	58
	110	33	55	—	74	46	56	—	—	88	29	19
	110	48	29	—	74	47	19	—	—	88	43	30

letztere Bestimmung ganz genau.

2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XXI. p. 222. Poggendorff Ann. XXXII. 224. Berghaus Ann. 1834. Juni p. 275.

gsamt, je näher der magnetische Knoten dem Meridiane von
ris rückt.

Wie schwierig es sey, aus der Vergleichung älterer und
ierer Beobachtungen die periodischen Variationen der Incli-
ion und ihre Gröfse mit Genauigkeit auszumitteln, ersieht
n hauptsächlich aus den zu London angestellten Messungen.
rt fand Robert Norman im Jahre 1576 die Neigung = 71°
. Gilpin und Cavendish bestimmten sie im Jahre 1775
72° 30', was demnach eine Vermehrung anzeigt. Im Jahre
15 wurde sie = 70° 21' gefunden, eine Bestimmung, die
. v. Humboldt[1] für richtig hielt und die demnach die Ab-
ime bestätigen würde. Auch Hansteen[2] schlofs aus einer
rgleichung der Messungen von Gilpin seit 1786 bis 1808
er sich und mit denen von Kater, Sabine und Parry
den Jahren 1818 und 1819, dafs sich die Neigung zu Lon-
ı fortwährend ändere. Gilpin fand dieselbe nämlich 1786
72° 8',1 und 1808 = 70° 1',0, welches nahe genau eine
rliche Abnahme von 5' giebt. Hiernach mufste sie aber
Jahre 1818 = 69° 11' seyn, statt dafs sie = 70° 34',6
d im Jahre 1819 = 70° 33',3 gemessen wurde, und da diese
itern Messungen auf einen hohen Grad von Genauigkeit An-
iche haben, so mufs dadurch die Voraussetzung einer ganz
elmäfsigen periodischen Aenderung wankend werden. An-
: Vergleichungen geben aufserdem ein verschiedenes Re-
at. Sabine[3] fand im Jahre 1821 die Neigung = 70° 3',
wenn man aus den Messungen von Nairne im Jahre
2 und von Cavendish im Jahre 1776 sie für das Jahr
'4 zu 72° 25' annimmt, so gäbe dieses eine jährliche Ver-
derung von 3',02, was mit einer andern Bestimmung von
5 für den Zeitraum von 1720 bis 1774 aus den Messun-
von Whiston = 75° 10' und der erwähnten von Ca-
dish = 72° 25', welche beide für sehr richtig gelten kön-
, genau genug übereinstimmt[4]. Nahe übereinstimmend
mit folgert Hansteen[5] aus den Messungen von Cavendish

1 G. XXIX. 400.
2 Ebend. LXXI. 273.
3 Phil. Trans. 1822. p. 1.
4 Phil. Trans. for 1776.
5 Poggendorff's Ann. VI. 325.

im Jahre 1775 = 72° 31′ und von Sabine im Jahre 1821 = 70° 3′ eine jährliche Abnahme von 3′,22, v. Humboldt[1] dagegen aus denen von 1775 und 1806 eine solche von 4′ 18″, was mit dem für Paris erhaltenen Resultate genau übereinstimmen würde. Es ist daher auf jeden Fall zu früh, schon jetzt den Gang der Neigungsvariationen auf längere Perioden in voraus zu bestimmen, wie Barlow[2] gethan hat. Nach diesem ändert sich die Neigung jetzt stärker als die Abweichung, und dieses wird fortdauern, so daſs im Jahre 1825 die letztere 24° 29′, die erstere 69° 43′, im Jahre 1833 aber erstere 24° 26′, letztere 69° 21′ betragen sollten. Diese wachsende Abnahme soll dann 260 Jahre dauern und nach deren Verlauf die Declination auf 0°, die Inclination aber auf 56° als Minimum kommen. Beide sollen dann 260 Jahre hindurch wieder zunehmen, die Declination ihr östliches Maximum erreichen, nachher aber 165 Jahre hindurch wieder abnehmen, die Inclination aber unausgesetzt wachsen, so daſs im Jahre 2510 die Abweichung zu London abermals = 0, die Neigung aber = 77° 43′ im absoluten Maximum seyn würde.

Auch Berlin muſs unter denjenigen Orten genannt werden, wo ältere und neuere Beobachtungen zur Entscheidung der Frage über die periodischen Veränderungen der Neigung führen. Dort ist neuerdings am meisten durch Al. v. Humboldt[3] geschehn. Dieser bestimmte im Winter 1806 in Verbindung mit Gay-Lussac die dortige Neigung zu 69° 5′, December 1826 aber mit Encke und P. Erman zu 68° ..., welches also eine jährliche mittlere Abnahme von 3′,7 g... Dieses Resultat mit dem aus L. Euler's ältern Messungen verglichen zeigt, daſs die Verminderung früher geringer war, was der bereits erwähnten Theorie von einer Bewegung der Knoten des magnetischen und Erdäquators ganz conform ist. Wiederholte Beobachtungen zu Berlin von P. Erman[4] führten zu einem ähnlichen Resultate. Es fanden sich nämlich

1 Poggendorff's Ann. XVI. 323.
2 Ann. of Phil. T. V. p. 456.
3 Poggendorff's Ann. XV. 320.
4 Ebend. XXIII. 485.

Jahr 1812 die	Neigung	= 69°	15′	37″.	Jährliche Aenderung			
1824	Nov.	—	= 68	50	45.	2′	56″.	
1826	Nov.	—	= 68	45	45.	2	30.	
1828	Apr.	—	= 68	37	53.	5	34.	
1831	Mai	—	= 68	14	3.	7	56.	

ffallend ist, dafs v. Humboldt mit Gay-Lussac im Jahr 05 zu Göttingen die Neigung = 69° 29′ und ersterer mit uss im Jahr 1826 sie = 68° 29′ 26″, also eine jährliche nahme von 2′,8 fanden, da sie während dieser Zeit im stlich liegenden Paris 3′,8 und im östlich gelegenen Berlin betrug[1]. In Florenz war während dieser nämlichen Zeit h den Messungen von Gay-Lussac und v. Humboldt e jährliche Abnahme von 3′,3, zu Turin von 3′,5, also ter Gröfsen, die sehr genau unter einander übereinstimmen[2].

Genaue Messungen aus längern Perioden sind auch für sala vorhanden und Rudberg[3] gebührt das Verdienst, aus er Vergleichung derselben einen schätzbaren Beitrag zur tscheidung der Frage über die jährlichen Aenderungen der igung geliefert zu haben. Dort fand Celsius im Jahre 1743 Neigung = 75° im Mittel aus mehrern Messungen, deren lergrenze er jedoch auf 30′ schätzt. Rudberg bestimmte im Jahre 1834 zu 71° 42′,28, wonach also die jährliche änderung 2′ 16″ beträgt. Wilke fand 1768 für Stockholm elbe gleichfalls = 75° und Rudberg für 1834 = 71° 40′,6, hes eine jährliche Variation von 3′ 8″ giebt, und vermuthsind daher die beiden ältern Messungen nicht hinlänglich n, da an diesen so nahen Orten die jährlichen Variatiowohl nicht so ungleich seyn können.

Nirgends ist für die Entscheidung der vorliegenden Frage r geschehn, als zu Petersburg, wo insbesondere in den sten Zeiten die in diesem speciellen Zweige berühmtesten

---

1 Die angegebene Bestimmung von Erman aus diesem Zeitraume nicht auf diesen Widerspruch.

2 Für künftige Vergleichungen giebt v. Humboldt sehr zweckig noch folgende Bestimmungen an. Er fand zu Metz im Sept. die Neigung = 67° 29′,5, zu Frankfurt a. M. im nämlichen Jahre Monate = 67° 52′, zu Töplitz im Juli 1828 = 67° 19′,5, in Prag nämlichen Jahre und Monate = 66° 47′,6, in Freiberg im Juni lben Jahres = 67° 33′, in Dresden im Aug. 1828 = 67° 45′,8.

3 Quetelet Corresp. math. et phys. T. VIII. p. 219.

Gelehrten mit Benutzung der vollendetsten Apparate eine grofs
Menge der genauesten Messungen veranstaltet haben. Die äl-
teste Messung der Inclination ist die von MALLET am 6ten
und 12ten Jan. 1769, woraus sich dieselbe = 73° 46′ ergab,
die folgenden von KRAFT aus dem Jahre 1778 ergaben die-
selbe = 72° 36′, die neuesten von HANSTEEN, v. HUMBOLDT
und KUPFFER seit Juni 1828 bis Mai 1830 zeigen dieselbe zwi-
schen 71° 11′ und 71° 20′, woraus eine fortdauernde regelmäfsig
Abnahme unverkennbar hervorgeht. Nachdem G. A. ERMAN
dieselbe, wie oben erwähnt worden ist, im Mittel = 71° 1
25″ gefunden hatte, fand HANSTEEN sie 1828 = 71° 17
und v. HUMBOLDT im Jahre 1829 im December = 71° 6
im Mai aber = 71° 9′,5. So genau dieses auch überein
stimmt, glaubte KUPFFER[1] dennoch bei der bekannten Schä
der Messungen dieses Gelehrten, die von ihm gebrauchte N
del müsse einen Fehler der Cylinderform ihrer Axen hab
der erst bei starken Neigungen zum Vorschein komme, u
überzeugte sich auch später, dafs die Achatplatten der
Nadel nicht genau in der nämlichen Horizontalebene lag
woraus immerhin Differenzen der Messungen mit zwei Nad
die bis auf 6′,6 und 7′ steigen, erwachsen können. Um
her noch genauere Resultate zu erhalten, mafs er selb
Verbindung mit HANSTEEN und bediente sich dabei der
HANSTEEN und der von v. HUMBOLDT gebrauchten Ap
zugleich aber einer vortrefflichen Nadel von GAMBEY, d
Sammlung der Apparate des Petersburger magnetischen O
vatoriums gehören. Hierbei gab HANSTEEN's Nadel 71°
v. HUMBOLDT's Nadel mit einem Gewichte 71° 11′,2, G
BEY's Nadel 71° 11′,0. Diesemnach war also die Neigung

1828	im Juni	71°	17′,3
1829	im Mai	71	14,5
—	im Dec.	71	11,5
1830	im Mai	71	11,3,

woraus eine jährliche Verminderung der Neigung von
zu folgen scheint. KUPFFER stellte im Verlauf des Jahres
noch eine grofse Reihe von Messungen an, woraus die
gung zu Petersburg mit geringen Abweichungen der ein

1 Mém. de Petersb. VIme Sér. T. II. p. 15. Poggendorff
XXIII. 449.

gefundenen Gröfsen = 71° 20′ 57″ im Mittel hervorgeht, eine Bestimmung, welche von der eben angegebenen etwas verschieden seyn mufs, weil beide nicht genau an der nämlichen Stelle erhalten wurden. Kupffer setzte nachher im magnetischen Observatorium die Messungen zwischen Mittag und 3 Uhr Nachmittag vom 8. Sept. 1830 bis 2. Dec. 1831 fort. Dieser letztere Zeitraum ist zwar kurz, allein dafür sind die erhaltenen Bestimmungen desto genauer und setzen auf jeden Fall die zu nehmende Verminderung der Inclination zu Petersburg, wie im übrigen Europa aufser Zweifel, ohne jedoch über die Gröfse dieser Abnahme zuverlässige Auskunft zu geben. Nach Hansteen's Messungen beträgt sie jährlich 3′,8, nach dem Mittelwerthe der Beobachtungen von Kupffer im October 1830 und 1831 sogar 6′,9, vom Dec. beider Jahre gegen 4′,0. Aus einer Vergleichung mit der Bestimmung nach Kraft folgt eine jährliche Abnahme von 5′,2, was der Wahrheit am nächsten zu kommen scheint.

Dafs die periodischen Veränderungen der Neigung auch schon in kürzern Zeiträumen sich zeigen, sobald nur die Beobachtungen einen hinlänglichen Grad der Genauigkeit haben, giebt sich deutlich aus den Messungen zu Freiberg. Dort fand zuerst Al. v. Humboldt[2] am 30sten und 31sten Juli 1828 in einer Tiefe von 260 Meter unter der Erdoberfläche in der Grube Churprinz Friedrich August im Mittel mit zwei Nadeln eines Inclinatoriums von Gambey die Neigung = 67° 35′ und an der Erdoberfläche = 67° 33′. Spätere Messungen, welche Reich an verschiedenen Tagen mit einem gleichen Apparate von dem nämlichen Künstler anstellte, gaben für 1831 die Neigung = 67° 24′,8, für 1832 = 67° 22′,4 und für 1833 = 67° 20′,14, woraus also deutlich eine periodische Abnahme hervorgeht.

Sobald einmal die Veränderung der Neigung an einzelnen Orten erwiesen ist, folgt mit einer bald zu übersehenden Nothwendigkeit, dafs ein gewisser Zusammenhang dieser Veränderungen über die ganze Erde statt finden mufs, und die genauere Auffindung des hierüber vorhandenen Gesetzes führt uns zu einer nähern Kenntnifs des tellurischen Magnetismus.

---

1 Poggendorff's Ann. XXIV. 216.
2 Ebend. XXXI. 199. Vergl. XV. 326.

Schon früher folgerte Hansteen[1], dafs die Inclination i
Nordamerica zunehme, in Europa dagegen abnehme, in
östlichen Asien und bei Japan aber wieder zunehme. Im
Gegensatze hiervon würde also die südliche Neigung in Süd-
america abnehmen, um das Cap der guten Hoffnung dagegen
unveränderlich seyn, bei den Sunda-Inseln und Neuholland
aber gleichfalls abnehmen. Uebereinstimmend hiermit bemerkt
v. Humboldt[2], dafs die nämliche Ursache, die eine Abnahme
der Inclination im nördlichen Europa bewirke, seit 50 Jahren
eine bedeutende Vermehrung derselben auf dem Cap d. g. H.
und zu St. Helena, auf Ascension aber eine Verminderung er-
zeugt habe, während sie auf Taheiti, wo die Curve ohne
Neigung dem Erdäquator fast parallel läuft, unverändert ge-
blieben sey. Die Veränderungen der Neigung stehn somit
mit dem Fortschreiten der Knoten des magnetischen und des
geographischen Aequators in genauester Verbindung. Inzwi-
schen ist es auf jeden Fall schwierig, über die Veränderun-
gen der Neigung zu einem sichern allgemeinen Resultate zu
gelangen, weil die ältern Beobachtungen insgesammt zu we-
nig genau sind, indem sogar die von Cook und Bayly die
Neigung an einem und demselben Orte zuweilen um
ganzen Grad verschieden angeben, ohne dafs sich ein G
hiervon auffinden läfst, die neuern Beobachtungen aber
bewiesenen Sorgfalt ungeachtet in einem solchen Grade
lerhaft seyn können, dafs sie in Folge der kurzen zwi
liegenden Periode zu bedeutenden Unrichtigkeiten führen.
steen[3] hat indefs auf gleiche Weise, als oben für die
änderung der Declination bereits erwähnt worden ist, die
tisch geprüften brauchbarsten Neigungsbeobachtungen
chen und ist dadurch zu dem Resultate gelangt, „da
„mittlern Theile Europa's im Jahre 1780 die jährliche
„nahme der Neigung zwischen 5′ und 6′ betrug und da
„stufenweise bis zum Jahre 1830 auf etwa 3′ herabsank
„dafs die Neigung sich jetzt hier einem Minimum zu
„scheint, welches wahrscheinlich vor dem Schlusse des
„genwärtigen Jahrhunderts eintreten wird." Es beträgt

---

1 G. LXXI. 273.
2 Poggendorff's Ann. XVI. 326.
3 Ebend. XXI. 403.

in möglichst genäherten Werthen die jährliche Veränderung der Neigung

zu Christiania 1825 = −3',56,	zu Göttingen 1820 = −3',05		
– London 1820 = −3,55,	— Mailand 1817 = −3,37		
– Paris 1820 = −3,47,	— Florenz 1815 = −3,30		
– Berlin 1820 = −3,02,	— Turin 1815 = −3,50.		

Auch für andere entferntere Orte der Erde hat Hansteen die Veränderungen der Inclination aufgesucht und die Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt.

Jahr	Jährliche Veränderung Ascension	Cap. d. g. H.	Otaheiti	Manilla
1760	— 6',07	— 7',93		
1770	— 6,65	— 6,66		— 4',87
1780	— 7,22	— 5,39	— 2',12	— 1,55
1790	— 7,80	— 4,11	— 1,52	+ 1,77
1800	— 8,38	— 2,81	— 0,92	+ 5,09
1810	— 8,95	— 1,57	— 0,32	+ 8,41
1820	— 9,53	— 0,30	+ 0,28	+ 11,73
1830	— 10,10	+ 0,97	+ 0,88	+ 15,05

Da es sehr interessant und belehrend ist, den Gang der Veränderungen der Isoklinen graphisch dargestellt zu überblicken, so nehme ich keinen Anstand, einen Theil der Charte, worauf Hansteen die Abweichungslinien für 1780 und 1827 gezeichnet hat, hier aufzunehmen, welcher zwar nur vom ...ten Grade östlicher bis zum 150sten Grade westl. Länge von Greenwich reicht, dennoch aber völlig genügt, eine Vorstellung vom Wesen der Sache zu erhalten. Man bemerkt darauf ungefähr in 30° W. L. eine von N. nach S. laufende krumme Linie, wo die Neigungen von 1780 bis 1827 gleichgeblieben sind. An der östlichen Seite dieser Linie haben sich die Isoklinen nördlich, an der westlichen aber südlich bewegt, d. h. an jener Seite hat die nördliche Inclination abgenommen, die südliche dagegen ist gewachsen, und auf der westlichen Seite jener Linie hat das umgekehrte Verhalten statt gefunden. Zwei andere solche krumme Linien findet man im Südmeere in etwa 138 und 165 Grad westl. Länge, und überhaupt zeigt der Anblick der den verschiedenen Zeiten zugehörigen Isoklinen, welche Veränderungen der Neigung in dem Zwischenraume statt gefunden haben. Hansteen ist nicht

Fig. 223.

der Meinung, dafs der magnetische Aequator mit Beibehaltung seiner eigenthümlichen Krümmung sich blofs auf dem geographischen Aequator fortschiebe, da er ihn vielmehr jetzt an der Küste Africa's unter einem weit gröfsern Winkel schneiden soll, als 1780, vielmehr hat nach seiner Ansicht jede Neigungslinie vier Puncte, zwischen denen sie eine schlangenförmige Bewegung annimmt, indem die zwischenliegenden Stücke sich abwechselnd gen Norden und gen Süden bewegen; die gröfste Bewegung nach Süden herrscht in America in etwa 58° westl. Länge und die gröfste nach Süden in etwa 24° östl. Länge in Africa und Europa. Diese geschlängelten Bewegungen der Isoklinen stehn allerdings mit der durch Hansteen nachgewiesenen Bewegung der vier Magnetpole in genauem Zusammenhange. Jede Neigungslinie hat eine doppelte Biegung gegen den Aequator, die hauptsächlich in der Nähe der Magnetpole sehr kenntlich hervorsticht, auf der nördlichen Halbkugel in Nordamerica und im Meridiane von Irkutzk, auf der südlichen im indischen Meere und etwa westlich von America, wie für die erstern hauptsächlich aus der Charte No. IV. ersichtlich ist. Wenn sich also die nördlichen Magnetpole nach Osten und die südlichen nach Westen bewegen, so müssen gleichzeitig die vier Biegungen ihre Lage in dem nämlichen Sinne ändern. Aus der Bewegung des sibirischen Poles gen Osten erhellt dann, warum die Neigung in Europa und Sibirien bis zum Meridiane von Irkutzk abnimmt, von da an aber bis Kamtschatka zunimmt; aus der Bewegung des americanischen Magnetpols gen Osten dagegen folgt, dafs die Neigungen auf der Nordwestküste America's abnehmen, in Grönland zunehmen, im atlantischen Meere zwischen America und Europa unverändert bleiben und in Europa in kurzer Zeit wieder zuzunehmen anfangen werden. Aehnliche Veränderungen auf der südlichen Halbkugel stimmen gut mit der Erfahrung überein.

Aufser diesen Veränderungen in längern Perioden unterliegen die Inclinationen auch einer *jährlichen Variation*, jedoch ist diese schwerer bestimmbar, als die der Declination, weil die Neigung überhaupt schwerer mefsbar ist und kleine Unterschiede dabei nicht so leicht wahrgenommen werden. Indefs überzeugte sich Kupffer[1] bei seinen erwähnten Beob-

1 Poggendorff's Ann. XXV. 219.

chtungen deutlich, dafs die Neigung vom December bis gem Mai nicht abnahm, sondern im Gegentheil zunahm, wonach die Neigungen zu Petersburg also vier Monate hindurch wachsen und acht Monate lang kleiner werden, so dafs aus dem Unterschiede beider Gröfsen dennoch im Ganzen eine Verminderung hervorgeht. G. Fuss bestimmte bei Gelegenheit der nach China gesandten russischen Mission die Inclination zu Peking, wo dieselbe nur einmal im J. 1755 durch den Pater Amiot gemessen wurde. Aus seinen Mittheilungen, wonach er die Neigung am 30. Dec. = 54° 52′,1, im April = 54° 50′,7, im Mai = 54° 45′,6 und im Juni = 54° 48′,9 fand, folgerte Kupffer[1], dafs sich dieselbe dort vom December bis Mai vermindert, dann aber wieder vermehrt habe, und betrachtet dieses als eine nothwendige Folge der Retrogradation der Knoten des magnetischen Aequators, vermöge deren die Inclination zu Peking ebenso im Ganzen zunehmen mufs, als sie zu Petersburg abnimmt, weswegen dort die jährliche Zunahme die periodische Abnahme ebenso übertrifft, als am letztern Orte der umgekehrte Fall statt findet. An beiden Orten müssen ebendaher die monatlichen Aenderungen einander gleichfalls entgegengesetzt seyn.

Wenn es schon schwierig ist, die Neigungen der Magnetnadel überhaupt mit Genauigkeit zu messen, und man deswegen die Veränderungen der Inclination früher weniger beobachtete, als die der Declination, auch diesemnach annahm, die Neigung ändere sich überhaupt nicht oder nur unbedeutend; wenn ferner erst die neuern vollendetern Apparate es möglich machten, die monatlichen Variationen der Inclination überhaupt wahrzunehmen, so mufsten um so mehr die *täglichen Variationen* derselben den bisherigen Beobachtungen meistens entgehen. Wirklich besitzen wir auch hierüber durchaus keine Bestimmungen der Gröfse dieser Aenderungen, die an Genauigkeit mit denen der täglichen Variation der Declination verglichen werden könnten, und wir sind in diesem Stücke gegenwärtig noch nicht weiter gekommen, als bis zu Versicherungen glaubhafter Gelehrten, dafs sich eine Veränderung der Neigung an den verschiedenen Tagsstunden kenntlich mache.

---

1 Poggendorff's Ann. XXV. 221.

Barlow[1] unter andern beobachtete die Neigungsnadel anhaltend, und überzeugte sich mit Bestimmtheit von einer eintretenden täglichen Variation, die ihm aber nicht regelmäßig zu seyn, sondern sich sprungweise zu ändern schien, was jedoch nicht als wahrscheinlich gelten kann. Arago[2] dagegen versichert in einem Schreiben an Al. v. Humboldt, daſs nach seinen genauen Messungen die Neigung um 9 Uhr Morgens gröſser sey, als um 6 Uhr Abends, jedoch sey diese Variation nur im Sommer so beträchtlich, daſs man sie wahrnehmen könne. Uebereinstimmend hiermit versichert auch Kupffer[3], vermittelst einer täglich beobachteten langen Nadel, die auf einer Schneide ruhte, gefunden zu haben, daſs die Neigung Vormittags um 11 Uhr um etliche Minuten gröſser sey, als Abends zu derselben Stunde; schon früher aber fand Hansteen[4] bei einem Inclinatorium von Dollond am Vormittag die Neigung um 4 bis 5 Minuten gröſser, als am Nachmittag. Ungleich gewisser dagegen, aber auch aus der Natur der Sache folgend, ist es, daſs vorübergehende Störungen, die die Magnetnadeln überhaupt afficiren, auch auf die Neigungsnadel einwirken und temporäre unregelmäſsige Oscillationen erzeugen. Dieses beobachtete schon Wilke[5], auch wurde es bestätigt durch die unregelmäſsigen Schwingungen der Neigungsnadel beim Nordlichte zu Kendal am 9. Jan., durch ihre Unruhe am 28. August zu Roxburgshire und zu St. Cloud und durch die Vergröſserung ihres Neigungswinkels am 25. Sept. 1827, jedesmal bei vorhandenem Nordlichte[6].

c. Intensität oder Stärke des tellurischen Magnetismus.

Daſs es einer gewissen Kraft bedürfe, um die horizontale Magnetnadel in die Richtung des magnetischen Meridians zu bringen und der vertical aufgehangenen ihre Neigung gegen den Horizont zu geben, bedarf keines Beweises, auch ist bei

1 Phil. Trans. 1823. p. 326. Poggendorff's Ann. I. 329.
2 Poggendorff's Ann. XV. 329.
3 Phil. Magaz. 1832. Mars. Bibl. univ. 1836. Mars. p. 322.
4 G. LXVIII. 271.
5 Ebend. XXIX. 423.
6 Poggendorff's Ann. XII. 322 ff.

ben erwähnt worden, dafs GAUSS die hierzu erforderliche Kraft auf ein absolutes Mafs zurückgebracht habe. In Beziehung auf die Verbreitung des Magnetismus über die Erdoberfläche kommt aber zunächst die Frage in Betrachtung, ob die Stärke desselben an allen Orten gleich sey, und im Fall einer Ungleichheit, nach welchem Gesetze diese ungleiche Intensität über die verschiedenen Grade der Länge und Breite sich vertheilt finde. Wie die Bestimmung der magnetischen Intensität an einem gegebenen Orte gefunden werde, nämlich durch pendelartige Schwingungen magnetisirter Nadeln, die ihre Richtung durch keine andere Kraft als die des Magnetismus erhalten, wufste man unlängst aus allgemeinen mechanischen Gesetzen; auch sind bereits im vorhergehenden Abschnitte die zu Messungen dieser Art aufgefundenen Apparate und Beobachtungsmethoden beschrieben worden. Nachträglich möge also hier nur bemerkt werden, dafs MOSER und RIESS hohle Nadeln zu diesem Zweck empfehlenswerth finden, weil ihre magnetische Kraft verhältnifsmäfsig gröfser ist, doch nehmen die Amplitüden der durchlaufenen Bogen in Folge der geringern bewegten Masse schneller ab[1].

Folgendes verdient indefs hierbei nicht übersehn zu werden. Die zu den Intensitäts-Messungen dienenden Nadeln sind entweder Abweichungsnadeln oder Neigungsnadeln; beide können in Folge der sie richtenden magnetischen Kraft oscilliren, und es ist dann mit Hinzufügung der nöthigen Correctionen ihre verhältnifsmäfsige Intensität den Quadraten der in gleichen Zeiten vollendeten Schwingungen proportional. Allein jede dieser Nadeln kann nur in der ihr zugehörigen Ebene schwingen, folglich auch nur das Mafs der in dieser auf sie einwirkenden Kraft angeben, und es ist daher mit der Declinationsnadel blofs die horizontale, mit der Inclinationsnadel nur die verticale magnetische Kraft mefsbar. Soll also die absolute Intensität gemessen werden, so mufs man beide mit einander verbinden. Das einfachste Verfahren besteht dann darin, dafs man die Schwingungen der horizontalen Nadel zählt und die erhaltenen Gröfsen nach den Neigungen der verschiedenen Orte corrigirt, wie dieses im vorhergehenden Abschnitte ausführlich gezeigt wurde. Als Beispiel zur leichtern

1 Poggendorff's Ann. XVII. 417.

Uebersicht diese also nur Folgendes. G. A. Erman maſs die Intensität zu Berlin und Petersburg und erhielt als mittlere, wegen der Temperatur corrigirte Zeitdauer einer Oscillation

zu Berlin 3″,0990, zu Petersburg 3″,2086
— 4″,6161, — — 4″,7852.

Hiernach ist die Intensität der horizontalen Kraft

$$\text{der Magnetnadel zu Petersburg} = \left.\begin{matrix}\dfrac{(3,0990)^2}{(3,2086)^2} \\ = \dfrac{(4,6161)^2}{(4,7852)^2}\end{matrix}\right\} = 0,932.$$

Es ist aber die Neigung zu Berlin = 68° 9′ 30″,
zu Petersburg = 71° 12′ 25″,

also ist, die Intensität zu Berlin als Einheit angenommen,

$$\text{die zu Petersburg} = 0,932 \frac{\text{Sec. } (71^\circ\ 12'\ 25'')}{\text{Sec. } (68^\circ\ 9'\ 30'')} = 1,05$$

Hieraus geht aber hervor, daſs man zur Vergleichung der Intensität an zwei verschiedenen Orten an beiden sich der nämlichen Nadel zur Auffindung der Oscillationsmengen bedienen müsse. Sind gleich die hieraus erwachsenden Schwierigkeiten nicht so bedeutend groſs, so haben doch die meisten Gelehrten in der neuesten Zeit vorgezogen, sich für diese Messungen des durch Hansteen empfohlenen Cylinders zu bedienen, welcher mit dem zugehörigen Apparate im vorigen Abschnitte beschrieben worden ist, und um eine unmittelbare Übereinstimmung der erhaltenen Resultate zu erreichen, ließen viele die Anschaffung der zu gebrauchenden Cylinderstäbe entweder durch Hansteen besorgen oder durch ihn mit den von ihm gebrauchten vergleichen. Zugleich übersieht man bald, daſs sich die für einen gegebenen Ort gefundene Intensität leicht mit der eines jeden andern vergleichen läſst, sobald das Verhältniſs der Intensitäten dieses letztern und des zur Vergleichung gewählten bekannt ist. So läſst sich leicht die beispielsweise angegebene Intensität zu Petersburg ohne Schwierigkeit mit der zu Paris oder London vergleichen, weil das Verhältniſs zwischen Berlin und den genannten Orten bekannt ist. Diejenigen Gelehrten, die sich mit Messungen der Intensität beschäftigen, pflegen daher entweder sich eines mit dem von Hansteen gebrauchten Cylinder abgeglichenen zu bedienen, um ihre erhaltenen Resultate unmittelbar an d

ße Menge der durch diesen Gelehrten gesammelten anzu-
üpfen oder die Intensität irgend eines bekannten und in die-
Hinsicht zur Norm tauglichen Orts als Einheit zum Grun-
zu legen.

Wichtig ist jedoch zu bemerken, dafs bei den meisten
r neuesten Bestimmungen, also auch bei den auf den hier Chrtn. II. u. IV.
igegebenen Charten No. II. und IV. ausgedrückten, als Ein-
it eine Gröfse zum Grunde liegt, die als solche durch Al.
Humboldt[1] angegeben ist. Dieser fand nämlich auf seiner
die Wissenschaften so fruchtbringenden Reise, dafs seine
del, deren Stärke sich nach der Rückkehr noch unverän-
rt zeigte, zu Paris in 10 Minuten 245 Schwingungen voll-
dete, in einem gleichen Zeitintervalle in Peru nur 211 voll-
chte, woraus dann der wichtige Satz folgte, dafs die ma-
tische Kraft mit der Annäherung zum Pole zunehme. Der
obachtungspunct in Peru liegt ungefähr in 7° südl. Br. und
westl. Länge von Greenwich, und weil v. Humboldt
bte, die von ihm stets als abnehmend wahrgenommene
tensität habe hier ihr Minimum erreicht, so bezeichnete er
durch 1. Es hat sich zwar seitdem herausgestellt, dafs
h das absolute Minimum hier noch nicht findet, man hat
r dennoch diese Bestimmung um so mehr beibehalten, weil
e Abänderung leicht unangenehme Verwirrung in die grofse
hl der bis jetzt schon bekannten frühern Bezeichnungen
gen mufste. Nach Hansteen[2] ist die geringste Intensität
hl nicht kleiner als 0,8, die gröfste dagegen erreicht sicher
und noch wohl mehr, wonach also die äufsersten Gren-
etwa zwischen 1 und 2,4 liegen.

Die Messungen der Intensität gehören ganz der neuesten
it an, denn früher herrschte im Allgemeinen die Meinung,
magnetische Kraft sey überall gleich, wofür nebenbei das
bedeutende Zeugnifs von Mallet[3] sprach, welcher 1769
Ponoi in Lappland eine 6 Zoll lange Nadel durch Bogen
n 20 bis 24 Graden schwingen liefs und fand, dafs die vier
sten Schwingungen 14 Secunden, also genau so viel, als in
tersburg, erforderten. Zur Entscheidung der Frage wurden

1 Journ. de Phys. T. LIX. p. 429. G. XX. 257.
2 Poggendorff's Ann. XXVIII. 582.
3 Nov. Comm. Petrop. T. XIV.

La Peyrouse's Begleiter beauftragt, unter verschiedenen Brei- ten, namentlich auch nahe beim Aequator, die Schwingungen der nämlichen Nadeln zu zählen und die Mengen derselben mit denen in der Nähe der Pole zu vergleichen. Wirklich geschah dieses auch durch Lamanon an verschiedenen Orten, allein die Resultate sind in dem unglücklichen Schiffbruche verloren gegangen. Im Jahre 1790 wurde D'Entrecasteaux abgesandt, um La Peyrouse aufzusuchen und dessen wissen- schaftliche Forschungen zu ergänzen; der ihn begleitende nach- malige Admiral De Rossel beobachtete die Schwingungsmen- gen zu Brest, auf Teneriffa, Amboina, Java und Van-Die- mens-Land und erhielt als Resultat, dafs, die magnetische In- tensität auf Amboina nahe am Aequator = 1 gesetzt, sie ... Teneriffa = 1,3, zu Brest = 1,4 und auf Van-Diemens-La... = 1,6 war, woraus also hervorging, dafs die magnetische K... vom Aequator nach den Polen hin zunehme. Inzwischen ist d... geographische Breite von Brest gröfser als von Van-Diemens-La... (48° und 43°) und die Zunahme kann daher von der geo... phischen Breite nicht allein abhängen[1]. Die Bestimmung ... v. Humboldt, wonach die Einheit der magnetischen Inten... tät als Minimum unter 7° südl. Br. in Peru seyn sollte, ... bereits erwähnt worden; sie war hiernach in Mexico = ... und in Paris = 1,35.

Es ist kaum möglich, alle die vielen Messungen ... zu machen, die angestellt wurden, nachdem einmal der ... puls zu diesen Untersuchungen durch den berühmten ... den A. v. Humboldt gegeben war, und insbesondere ... dem Hansteen nicht blofs diesen Zweig der Wissensch... ungemein gefördert, sondern auch die zweckmäfsigsten Ap... rate und angemessensten Beobachtungsmethoden ange... hatte; es wird vielmehr genügen, nur die wesentlichsten Be... mühungen kurz anzudeuten.

Auf der ersten Reise des Capitain Ross stellte Sa... eine Menge Intensitätsbeobachtungen zwischen London und ... Baffins-Bay an, deren Resultate jedoch mit den früher ... kannt gewordenen nicht verglichen werden konnten, bis Ha... steen im Jahre 1819 nach einander Messungen zu Paris ... London anstellte, wodurch es möglich wurde, Sabine...

1 Hansteen in Poggendorff's Ann. XXVIII. 473.

nd v. Humboldt's Beobachtungen zu verbinden, und hier- n ging die gesammte Menge von Intensitäts-Bestimmungen ervor, die Hansteen über eine Länderstrecke von Lima un- r 10° südl. Br. bis in die Baffins-Bay unter 77° nördl. Br. ichend zusammengestellt hat[1]. Auf Parry's späterer Reise das Polarmeer und auf Franklin's mühevoller Landreise rden gleichfalls eine Menge Beobachtungen angestellt, allein nsteen erklärt die Resultate für gänzlich verloren, weil e Nadeln nicht vorher und nachher zu London verglichen en, auch einen bedeutenden Theil ihrer Kraft unterwegs gebüſst hatten. Von groſsem Werthe dagegen sind die r zahlreichen Intensitätsmessungen von Sabine, theils auf r erwähnten Reise von Ross, theils auf der nachfolgenden n Parry nach der Insel Melville, insbesondere aber auf ner eigenen zur Bestimmung der absoluten Pendellängen[2]. en Theil ihres groſsen Werthes verlieren die erhaltenen sultate jedoch dadurch, daſs die ungleiche Temperatur bei den ungen nicht berücksichtigt ist. Auſserdem nimmt Sabine , daſs der Aequator und der Pol der Intensität mit denje- en Puncten auf der Erdoberfläche zusammenfallen, wo die igung = 0 oder = 90° ist, was man keineswegs als ausge- cht betrachten darf und was beim Anblick der isoklinischen d isodynamischen Linien sich als unzulässig zeigt. Mit jener aussetzung übereinstimmend nimmt Sabine nur einen Ma- tpol auf der Nordhälfte der Erde an, den er in 60° nördl. und 80° (oder genauer 78°) westl. L. von Greenwich t. Hansteen hat die erhaltenen Resultate für die verän- che Stärke der gebrauchten Nadeln corrigirt und neben en von Keilhau, Boeck, Erman und ihm selbst in ei- Tabelle zusammengestellt[3].

Hauptsächlich hat G. A. Erman[4] auf seiner Reise durch irien und nachher durch das Südmeer um das Cap Horn Europa zurück die Kenntniſs der Intensität des tellurischen

---

1 Poggendorff's Ann. IX. 226. XIV. 376. XXVIII. 476.

2 Ausführlich zusammengestellt findet man sie in An Account of periments to determine the figure of the Earth cet. Lond. 1825. 4. 460.

3 Astron. Nachricht. 1828. No. 146. Poggendorff's Ann. XIV. 1.

4 Poggendorff's Ann. XVI. 141. XVII. 328. XXI. 140.

Magnetismus erweitert.[1] Das gröſste Verdienst um dieses wissenschaftliche Problem hat sich jedoch Hansteen theils durch seine eigenen Messungen, namentlich in Sibirien, theils dadurch erworben, daſs der von ihm angegebene schwingende Cylinder in die Hände vieler Gelehrten kam, welche auf ihren kürzern oder längern Reisen genaue Messungen damit anstellten und durch Mittheilung ihrer erhaltenen Resultate ihn in den Stand setzten, das magnetische Intensitätssystem der ganzen Erde übersichtlich darzustellen. Dahin gehört unter andern der Capitain King, welcher zur Untersuchung der Küsten Südamerica's von Rio Janeiro bis Valparaiso ausgesandt war und von 1826 bis 1830 eine Menge genauer Messungen anstellte, die er dem schwedischen Gelehrten mittheilte. Hierzu kamen auch diejenigen, welche ebenderselbe vom russischen Weltumsegler Lütke erhielt, die derselbe in den Jahren 1826 bis 1829 von der Behringsstraſse und Kamtschatka an durch das ganze Südmeer nach den Philippinen und dem Feuerlande angestellt hatte. Einen nützlichen Beitrag lieferte ferner der russische Akademiker A. T. Kupffer von der Expedition, die er im Jahre 1829 mit einigen andern Gelehrten zur Untersuchungen des Caucasus anstellte und welche die Hauptpuncte Petersburg, Moscau, Nicolajef, Taganrog und Stavropol enthalten. Einen mit dem Hansteen'schen genau verglichenen Cylinder erhielt ferner Oersted[1] und benutzte ihn auf seiner Reise durch Deutschland, Frankreich und England zur Erhaltung einer groſsen Menge von Intensitätsbestimmungen, namentlich zu Berlin, Paris und London, mit Mitwirkung von P. Erman, Arago und Kater, so wie an andern Orten Groſsbritanniens, einen andern der Capitain-Lieutenant O. W. Eriksen für Messungen auf der skandinavischen Halbinsel. Auch Boeck, Abel und Keilhau müssen als solche erwähnt werden, welche die Kenntniſs der magnetischen Intensität durch ihre Messungen mit solchen verglichenen Cylindern in Deutschland, Tyrol und der Schweiz, Letzterer auf einer Reise nach Spitzbergen, vermehrten. Sch hat zahlreiche Intensitätsbeobachtungen auf seinen Reisen, namentlich in Deutschland und Italien, angestellt, nicht minder

1 Poggendorff's Ann. III. 361. VI. 321.

nteilet in Deutschland und Belgien[1] und nachher in Ita-
n[2], wobei die Intensität zu Paris als Einheit zum Grunde
gt. Endlich verglich auch Rudberg[3] die Intensitäten zu
ris, Brüssel, Göttingen, Berlin und Stockholm und fand
Verhältnifs = 1,0000; 1,0205; 1,0010; 0,9982; 1,0340,
bei merkwürdig ist, dafs die nach Norden zunehmende In-
sität in Berlin hiervon eine Ausnahme leidet. In Göttin-
n findet dieses zwar gleichfalls statt, allein dort ist viel-
icht die Neigung nicht genau bestimmt, welches dann diese
omalie veranlassen könnte.

Auch für die Intensitäten ist es bei weitem am zweck-
äfsigsten, diejenigen Orte der Erde, wo eine gleiche Stärke
magnetischen Kraft vorhanden ist, durch Linien mit ein-
der zu verbinden. Dieses ist mehrmals durch Hansteen
die jederzeit bekannten Messungen geschehn, welcher die
durch gegebenen Curven sachgemäfs mit dem Namen der
dynamischen Linien bezeichnet hat. Die vollständigsten bis
t bekannt gewordenen Charten desselben sind auf den beiden Char-
arten der Inclination No. II. und No. IV. copirt, wo zur II.
terscheidung der isodynamischen Linien von den isoklini- u. IV.
en die erstern ausgezogen oder durch fortlaufende Strichel-
n bezeichnet, letztere aber punctirt sind. Da durch den
blick dieser Curven und die beigeschriebenen Zahlen, bei
en die oben angegebene Einheit der Intensität nach v. Hum-
dt zum Grunde liegt, das magnetische Intensitätssystem
Erde deutlich dargestellt ist, so bedarf es keiner wei-
Beschreibung und es wird genügen, nur einige wenige
erkungen beizufügen, die gleichfalls gröfstentheils aus
steen's Abhandlung über diesen Gegenstand entnommen
[4].

Die magnetische Intensität nimmt zwar vom Aequator an
beiden Polen hin zu, allein die isodynamischen Linien
n weder mit dem astronomischen noch dem magnetischen
ator parallel, sondern bilden Curven eigenthümlicher Art.

---

1 Mém. de l'Acad. Roy. de Brux. T. VI.
2 Poggendorff's Ann. XXI. 153.
3 Ebend. XXVII. 5.
4 Ebend. XXVIII. 473. und 578. Vergl. Schumacher astronom.
richten. Th. IX. Altona 1831. 4.

Schon Al. v. Humboldt[1] machte die Bemerkung, dafs zu Havannah in der westlichen Hemisphäre unter 23° 8' nördl. Br. die magnetische Intensität gröfser war, als zu Paris unter 48° 50' nördl. Br., und auch Sabine gewahrte die rasche Zunahme der Intensität im mittäglichen America. Im Allgemeinen ist die magnetische Intensität in der Gegend des magnetischen Aequators am kleinsten und wächst nach beiden Seiten gegen die Pole hin. Die isodynamischen Linien durch diejenigen Puncte, wo die Intensität gröfser ist als im Minimum, müssen daher zweimal, nämlich zu beiden Seiten der Linie für die geringste magnetische Kraft vorkommen, und diese, die einer gröfsern Intensität zugehören, zeigen unverkennbar die Anwesenheit zweier magnetischer Pole; in Beziehung auf die Intensität bleibt aber nach Erman[2] die Wirkung des asiatischen Pols weniger zurück, als in Beziehung auf die Abweichung. In America, wo die Intensität unter gleichen Breiten weit gröfser ist, als in Europa, laufen die isodynamischen Linien dem Aequator fast parallel, steigen im atlantischen Meere nach Nordost und nähern sich in Europa wieder dem Parallelismus, wonach man vermuthen mufste, dafs sie in Rufsland wieder südlich herabgehn und den zweiten Pol umschlingen würden, wie Hansteen's Messungen in Sibirien vollkommen bestätigt haben, worauf dann wiederum der Beweis beruht, dafs es auf der nördlichen Halbkugel zwei magnetische Mittelpuncte oder Pole giebt und dafs der westliche in Nordamerica eine gröfsere Intensität besitzt, als der östliche in Sibirien. Am deutlichsten ersieht man dieses aus der Polarkarte No. IV., wo die Isoklinen in sich zurücklaufende Curven bilden.

Auf der südlichen Halbkugel sind bis jetzt nur wenige Intensitätsbeobachtungen, insbesondere untern höhern Breiten angestellt worden, indefs folgt aus den Messungen von King und Lütke an den Küsten Südamerica's, von De Rossel auf Van Diemens-Land und von Erman an verschiedenen Puncten, dafs es auch auf der Südhälfte der Erde zwei Maxima der Intensität an denjenigen zwei Stellen giebt, wo die Abweichung und Neigung das Vorhandenseyn von zwei magnetischen

1 Poggendorff's Ann. XV. 354.
2 Ebend. XXI. 140.

n angedeutet haben. Offenbar stehn also alle drei Aeu- ngen des tellurischen Magnetismus mit einander in einem n Zusammenhange. Eine der auffallendsten Curven ist nige, welche auf der südlichen Halbkugel der relativen nsität = 0,9 zugehört, die in sich selbst zurückläuft und hrer gröfsten Erweiterung die Südküste Africa's umschliefst. erlich ist auf dieser die magnetische Intensität in ihrem lnten Minimum, vielmehr mufs dort noch eine geringere nsität vorhanden seyn, die wahrscheinlich bis 0,8 oder so- wie G. A. Erman für möglich hält, bis 0,7 herabgeht. mit zusammenhängend ist die Bemerkung, dafs der nörd- en Halbkugel überhaupt eine gröfsere Intensität zugehört, der südlichen. Nach Hansteen ist die gröfste Intensität enige, die bis zum 40sten Grade nördl. Br. bei New-York bsteigt und 1,8 beträgt, statt dafs sie unter einem gleichen de südlicher Breite bei Neuholland nur 1,6 erreicht; allein ist fraglich, ob beide Curven nicht noch eine Linie oder n Punct von gröfserer Intensität einschliefsen, wobei je- h immer die der nördlichen Halbkugel die gröfste seyn rde.

Auch rücksichtlich der Intensität mufs sich wohl von st die Frage aufdringen, ob auch diese einer periodischen derung unterworfen sey; allein da die Intensität des Ma- ismus und die Methoden, sie genauer zu messen, erst seit v. Humboldt bekannt geworden sind, aufserdem aber Aenderung an sich nicht bedeutend seyn kann, so mufs och zur Zeit an hinlänglich weit auseinander liegenden ngen fehlen, um über diese Frage genügend zu ent- den, und vielleicht würden gar keine Mittel zu ihrer Be- ortung vorhanden seyn, wenn nicht Hansteen auch diese be sogleich beim Beginnen zweckmäfsig aufgefafst hätte. er entscheidet aus theoretischen Gründen[1], dafs auch die nität sich in längern Perioden ändern müsse, weil die etischen Pole ihre Lage ändern, indem der nordamerica- e sich Europa nähert, der sibirische sich davon entfernt. chnen ferner T, F und i die an einem und T', F' und an einem andern Orte gleichzeitig oder die zu verschie- n Zeiten an dem nämlichen Orte gemessenen Schwin- zeiten, Intensitäten und Neigungen, so ist

1 Poggendorff's Ann. VI. 323.

$$F.T^2.\mathrm{Cos}.i = F'.T'^2.\mathrm{Cos}.i',$$

mithin

$$\frac{F}{F'} = \frac{T^2.\mathrm{Cos}.i}{T'^2.\mathrm{Cos}.i'}.$$

Ueber die ganze Erde ist also für den nämlichen, zum ... sen der Intensität bestimmten Cylinder $F.T^2.\mathrm{Cos}.i = C$ ... constante Gröfse, worin sich nothwendig F oder T ... mufs, wenn sich i ändert. Wird hierauf sogleich für Ch... stiania eine Bestimmung gegründet, so ist daselbst für ... Schwingungen der Nadel T = 814",76, und wenn ... i = 72° 42',6 für 1820 und i' = 72° 26',4 für 1825 ... wird, so ergiebt sich, die Intensität zu Peru als Einheit ... genommen, für 1820 F = 1,4306 und für 1825 F' = 1,... also eine jährliche Aenderung von 0,0042. Eine Vergleich... dieses Resultats mit den an andern Orten erhaltenen ... eine genügende Uebereinstimmung. Die Zahlengröfsen ... den zu Paris in den Jahren 1819 und 1823 durch Hans... und Arago, zu London durch Hansteen[1] und Kat... denselben Jahren und zu Berlin durch v. Humboldt ... P. Erman in den Jahren 1805 und 1823 angestellten ... sungen gaben zwar keine absolut genauen, zur Prüfung ... Theorie genügenden Resultate, berechtigten jedoch zu der ... gerung, dafs die Intensität in Europa jetzt abnimmt, und ... stärker an den nördlich gelegenen Orten, welche den ... gnetpole näher liegen, als an den südlichern. Hanste... später eine vollkommen genügende Bestimmung hier... halten. Er fand nämlich im Jahre 1820 die für 300 Sch... gungen erforderliche, auf die mittlere Temperatur ... Zeit = 814",5 und im Jahre 1830 aus 6 Messungen V... tags und Nachmittags im Mittel und auf die nämliche Temp... reducirt für eine gleiche Anzahl Schwingungen 816",52 ... aber die Inclination im erstern Jahre = 72° 42',6, im ... = 72° 7',0. Setzt man also

für 1820 T = 814",50; i = 72° 42',6,
für 1830 T' = 816",52; i' = 72° 7',0,

so findet man

$$\frac{F}{F'} = 0{,}96305 \text{ oder } \frac{F-F'}{F} = 0{,}03695,$$

1 Poggendorff's Ann. XXVIII. 429.

), wenn die Intensität F für 1820 = 1 angenommen wird, ist die Abnahme in 10 Jahren = 0,03695 oder jährlich 0,003695. In Gemäſsheit der Bewegung der Magnetpole[1] s die Intensität in ganz Europa und dem nördlichen Asien zum Meridiane von Irkutzk abnehmen, zwischen dem ern Orte und Kamtschatka zunehmen, an der Westküste Nordamerica dagegen abnehmen, in Grönland und Island ler zunehmen, nach Wahrscheinlichkeitsgründen wird sie in Europa bald wieder zuzunehmen anfangen. Im Gesatze hiervon muſs sie auf der südlichen Halbkugel bei -Diemens-Land abnehmen, auf Isle de France zunehmen, lem Feuerlande abnehmen und auf Otaheiti zunehmen. füge Messungen werden zeigen, inwiefern die Erfahrung s bestätigt.

Das Vorhandenseyn periodischer Schwankungen der maschen Intensität in den verschiedenen Jahreszeiten ist h mehrere Gelehrte so weit aufgefunden worden, daſs über die tigkeit der Thatsachen wohl kein Zweifel obwalten kann. r ergaben die Beobachtungen von Forster[2] zu Port Bowährend fünf Monaten keine bedeutenden Aenderungen, steen[3] dagegen folgert aus vielen seiner Messungen in Jahren 1819 und 1820, daſs die Intensität im Winter bei Sonnennähe stärker ist, als im Sommer, und zwar um eine renz, welche 0,0359 beträgt; auch soll die Nadel einige ächung erleiden, wenn der Mond durch den Aequator Spätere, bis zum Jahre 1826 ebenfalls zu Christiania setzte Beobachtungen ergaben ferner, daſs die Intensität eit des Maximums im Winter gröſsern Irregularitäten unrfen ist, als zur Zeit des Minimums im Sommer, und elbst die Differenzen zwischen dem Maximum und Min veränderlich seyn müssen, indem sie seit 1819 ziemegelmäſsig abgenommen zu haben schienen. Nach den aten, welche Kupffer[4] in den Jahren 1825 und 1826

Hansteen sagt, seiner Theorie gemäſs, der *Magnetaxen*, al- ist nicht nothwendig, aus dieser Ursache Magnetaxen anzun.

New Edinb. Phil. Journ. No. IV. p. 347. Poggendorff's Ann. l. Wiener Zeitschr. Th. III. S. 82.

G. LXVIII. 268. Vergl. LXX. 181.

Poggend. Ann. X. 545. Vergl. IX. 161.

zu Kasan erhielt, erlangt die mittlere Dauer der horizontalen Schwingungen einer Magnetnadel ihr Maximum im September oder October, ihr Minimum im Februar, die täglichen Variationen dieser Dauer sind aber im Sommer größer, als im Winter, die mittlere Dauer endlich scheint sich in Kasan nicht zu ändern, was mit Hansteen's Beobachtungen und dessen Theorie ziemlich genau übereinstimmt. Dove und Riess stellten im Jahre 1830 drei Monate hindurch Beobachtungen an, um den Zusammenhang zwischen den Aenderungen der Declinationen und Intensitäten unter einander zu vergleichen, wobei sie fanden, daſs beide unverkennbar zusammengehören und zwar fallen in der Regel die Vergröſserungen beider zusammen, in einigen auffallenden Beispielen aber fand das Gegentheil statt, indem sich die Intensitätsänderungen sehr bedeutend an Tagen zeigten, an denen die Aenderung der Declination sehr gering war[1].

Durch den regen Eifer der Gelehrten ist, der Neuheit des Gegenstandes ungeachtet, doch schon entschieden, daſs die magnetische Intensität, ebenso wie die Abweichung und Neigung, täglichen Perioden, wenn gleich mit geringen Differenzen, unterworfen sey. Hansteen[2] ging auch in diesen Versuchen voran. Aus den genau beobachteten Schwingungen seines Magnetstäbchens in den Jahren 1819 und 1820 fand derselbe, daſs das Minimum der Intensität zwischen 10 und 11 Uhr Vormittags, das Maximum aber zwischen 4 und 5 Nachmittags fällt. Nach den neuesten Beobachtungen von Kupffer[3] ist die Intensität der Magnetnadel am Abend gröſser als am Morgen, statt daſs die Inclination ein umgekehrtes Verhalten zeigt. Am vollständigsten ist diese Frage durch Dove und Riess beantwortet worden. Diese[4] beschränkten ihre Untersuchungen auf die Zeitdauer der Schwingungen horizontaler Nadeln und fanden aus sorgfältig angestellten und genau corrigirten stündlichen Beobachtungen am 4. und 5. Mai, daſs die Intensität von ihrem Maximum, welches um 7 Uhr 55 Min. Abends statt findet, schnell abfällt und schon um 3 Uhr

1 Poggendorff's Ann. XX. 542.
2 G. LXVIII. 268. LXX. 181.
3 Phil. Magaz. Mars 1832. Bibl. univ. 1832. p. 322.
4 Poggend. Ann. XIX. 161.

ns dem Minimum nahe kommt, welches um 9 Uhr Mer-
ns erreicht wird, von wo aus sie allmälig wieder zum
ximum steigt. Eine zweite Beobachtungsreihe im Mai und
i zeigte im Juni eine Schwächung der Intensität mit Ver-
gerung der täglichen Variation. Das mittlere Intensitäts-
hältnifs war 1,00426 : 1,00321.

Dafs auch temporäre und örtliche Störungen der magne-
hen Intensität vorhanden seyn können, läfst sich wohl im
aus vermuthen, inzwischen ist die Menge der hierüber
handenen Thatsachen keineswegs grofs, wie aus der Neu-
der Sache und aus der Schwierigkeit folgt, bei wahrge-
mmenen Störungen der Declination sogleich auch die In-
tionsnadel zu beobachten und gleichzeitig die Schwingun-
der zur Messung der Intensität dienenden Cylinder zu
en. Vor allen Dingen war wohl ein störender Einflufs
Nordlichter zu erwarten, welchen auch HANSTEEN[1] wahr-
mmen zu haben angiebt. KUPFER[2] dagegen fand keine
derung der mittlern Dauer einer horizontalen Schwingung,
n die Nadel in Folge vorübergehender Störungen, nament-
durch Nordlichter, sich von ihrer Richtung entfernt hatte,
nommen in dem Augenblicke, wenn die Ausweichung
grofs war, und zwar wurde die Dauer einer Schwin-
gröfser, als die Nordspitze der Nadel sich nach Osten
, und kleiner, als sie nach Westen abgelenkt wurde.

Auch örtliche Ursachen wirken auf die Intensität der ma-
ichen Kraft, wenigstens folgerte v. HUMBOLDT[3] dieses
em Umstande, dafs die Schwingungsmengen seiner Na-
af den Alpen gröfser war, als zu Paris, und etwas Aehn-
zeigte sich auch in den Pyrenäen. Dagegen erhielt er
em Gipfel des Berges auf Guadaloupe in 338 T. Höhe
Schwingungen weniger, als in der Ebene; auf der Silla de
as in 1316 T. Höhe stieg diese Verminderung auf 5
ngungen, auf dem Vulcane Antisana in 2467 T. Höhe
betrug die Anzahl der Schwingungen während 10 Minu-
30 und zu Quito dagegen nur 218, so dafs also der
n anziehend auf die Nadel wirken mufste. Uebereine-

1 G. LXVIII. 271.
2 Poggend. Ann. IX. 161.
3 G. XX. 267.

stimmend hiermit gewahrte auch Quetelet[1] einigen Einfluss der Alpenkette auf die Schwingungen seiner Nadel; die durch den Vesuv verursachten Anomalieen leitet er aber von der Einwirkung des Eisens in den Lavamassen ab. Nach den bis jetzt bestehenden Ansichten müfsten die auf Bergen wahrgenommenen Intensitätsveränderungen der Beschaffenheit der da vorhandenen Felsmassen beigelegt werden, da man in Folge der durch Biot und Gay-Lussac erhaltenen Resultate annimmt, dafs die magnetische Kraft in mefsbaren Höhen über der Erdoberfläche keine merkliche Veränderung erleide. Bekanntlich fanden nämlich diese Gelehrte bei ihrem aërostatischen Auffluge, dafs die mitgenommene Magnetnadel in einer Höhe von 3532 T. gleiche Stärke als an der Oberfläche der Erde zeigte, die hiermit nicht übereinstimmenden Resultate des Akademikers Sacharow in minder beträchtlicher Höhe schrieb man demnach einer Unvollkommenheit seiner Beobachtungen zu[2]. Neuerdings ist jedoch diese bisherige Voraussetzung durch entscheidende Versuche wankend geworden. Kupffer[3] fand nämlich bei seinen bereits erwähnten Untersuchungen im Caucasus auf der Spitze des 15400 F. hohen Elbrus eine merkliche Verminderung der magnetischen Kraft, die nach genauen Messungen mit einer zur Beobachtung der täglichen Variationen dienenden Nadel von Gambey für 24 Secunden Schwingungszeit 0,01 Sec. für jede 1000 Fufs Erhebung betrug. Ist es schon an sich wahrscheinlich, dafs auch die magnetische Kraft mit der Höhe abnimmt, so entscheidet für die Richtigkeit des durch Kupffer erhaltenen Resultates insbesondere auch der Umstand, dafs die Temperaturen an der Erdoberfläche und in der bedeutenden Höhe, wo die Messungen von den französischen Gelehrten angestellt wurden, wegen ihrer grofsen Ungleichheit nothwendig einen Unterschied der Schwingungszeiten bewirken mufsten und zwar eine solche, die eine Vermehrung der Intensität angezeigt haben würde. Indem diese aber nicht wahrgenommen wurde, so liegt eben hierin ein Beweis, dafs der Einflufs der Temperatur durch die Abnahme der Intensität compensirt wurde.

---

1 Poggend. Ann. XXI. 156.
2 G. XX. 11. 120.
3 Ann. Chim. et Phys. T. XLII. p. 105. Schweigg. LVII.

ch Kupffer gemachte Entdeckung ist also auf jeden Fall e schätzbare Erweiterung der Wissenschaft.

Endlich findet L. A. Necker[1] sogar eine Uebereinstimmng zwischen den Krümmungen der isodynamischen Linien der Configuration der Länder und mit ihrer geologischen chaffenheit, wie er durch eine Menge von Thatsachen zu ründen sucht. Es wäre dieses allerdings für die Theorie Magnetismus ein höchst wichtiger Satz, wenn er sich geend beweisen liefse, und es dürfte allerdings der Mühe th seyn, diese neue Bahn der Forschungen weiter zu verjen; vor der Hand ist jedoch die Sache zur Entscheidung h nicht reif, und es werden überhaupt noch mehrere Deiien hindurch fortgesetzte angestrengte Bemühungen der ehrten erfordert werden, bevor wir hoffen dürfen, eine ig befriedigende Theorie des Magnetismus zu besitzen.

H.

XVIII. Animalischer oder thierischer Magnetismus.

Ueber diesen Gegenstand ist früher[2] ein eigner Artikel versproı worden; weil aber seitdem das Interesse des Publicums diesen Gegenstand immer mehr abgenommen hat und auch den Aerzten dieses früher sehr beliebte Heilmittel so gänzaus der Mode gekommen ist, dafs es überall kaum mehr Anwendung gebracht wird, so dürfte es schwerlich mehr Mühe werth seyn, selbst nur eine ausführliche geschichtı Uebersicht mitzutheilen, und es mögen daher einige allgeie historische Thatsachen zur dereinstigen Erinnerung an Sache genügen, die bereits in kurzer Zeit so tief von der ıe der ihr bewiesenen Aufmerksamkeit herabgesunken ist, sie dereinst vielleicht gänzlich in Vergessenheit geräth.

Die Idee von dem Vorhandenseyn einer selbstständigen ft, animalischer oder thierischer Magnetismus genannt, welsonach rücksichtlich des Theoretischen in das Gebiet der sik gehörte, deren Anwendung und sonach mittelbar auch

1 Bibl. univ. T. XLIII. p. 166.
2 S. *Kraft*, Bd. V. S. 1019.

Erforschung sich jedoch die Aerzte ausschliefslich anmafsten, ging zwar ursprünglich von dem Glauben aus, dafs der mineralische Magnetismus rein oder modificirt physiologischen Einflufs auf den thierischen Körper habe, sehr bald aber schob man eine gewisse geheime Kraft unter, die mit der Fähigkeit des Wasser- und Metallfühlens und derjenigen in Verbindung stehen sollte, die den Gebrauch der Wünschelruthe bedingt, wovon im Art. *Kraft* gehandelt worden ist. Anton Mesmer, ein geborner Schweizer, begann seit dem Jahre 1773 zu Wien gewöhnliche Magnete zu Heilungen verschiedener Art in Anwendung zu bringen, glaubte aber bald zu entdecken, dafs die hierbei wirksame Kraft nicht ausschliefslich dem magnetisirten Stahle oder auch dem unmagnetisirten inhärire, sondern gleichfalls in andern Körpern, namentlich Metallen und vorzugsweise im menschlichen Körper selbst, hervorgerufen werde. Wie alle Wunderdoctoren fand auch Mesmer in der Geneigtheit der grofsen Menge zum Aberglauben einen grofsen Vorschub, seine aufserordentlichen, grofsentheils unnatürlichen und selbst widernatürlichen Curen fanden gläubige Anhänger, im Ganzen aber widersetzte sich ihm der gesunde Verstand des Wiener Publicums und er fand es angemessen, den Schauplatz seiner neuen Heilart nach Paris zu verlegen. Hier erregte die in einem eignen Salon ausgeübte neue Curart so grofses Aufsehn, dafs der König im J. 1784 das einzig zur bestimmten Entscheidung geeignete Mittel ergriff, indem er eine aus Aerzten und Naturforschern zusammengesetzte Commission zur gründlichen Untersuchung der Sache ernannte. Diese bestand aus den Aerzten Sallin, Darcet, Guillotin, Majault, sämmtlich Mitgliedern der medicinischen Facultät, und aus den Naturforschern Franklin, Leroy, Bailly, de Borg und Lavoisier, Mitgliedern der Akademie. Diese Commission unterrichtete sich zuerst über die Theorie des angenommenen Agens aus Mesmer's Schrift und demnächst durch den Augenschein über die Art und die Wirkungen der neuen Heilmethode. Ihr Bericht enthielt hierbei folgende Beschreibung: In einem grofsen Saale safsen Personen verschiedenen Alters und Standes, ungefähr zu zwei Drittheilen weiblichen Geschlechts, um eine hölzerne Badewanne, aus welcher gekrümmte, bewegliche

1 Von Montègre in Journ. de Paris 1812. G. XLII. 415.

ngen von Gufseisen hervorragten; mit deren äufsersten En-
die Patienten die leidenden Theile in Berührung brach-
Die sämmtlichen Patienten waren durch einen Strick
bunden, den man um den Leib jedes Einzelnen geschlun-
hatte, auch setzten sie sich zu Zeiten in nähere Verbin-
g dadurch, dafs sie die Daumen in einander hakten. Mes-
hielt in der Hand einen Eisenstab, und berührte damit
jenigen Theile des Patienten, die vorzüglich erregt werden
ten, im Allgemeinen aber diente eine sanfte Vocal- und
umentalmusik zur Erhöhung der Wirkungen. Aufserdem
en Magnetiseurs den Patienten die Hände in die Seiten
auf den Unterleib, drückten sie sanft mit den Fingern
unterhielten diese Berührungen zuweilen länger als eine
nde. Nach kürzerer oder längerer Zeit traten dann die so-
annten Krisen ein, indem einige der Magnetisirten in ge-
gere oder stärkere, zuweilen aufserordentlich starke und
dauernde Convulsionen fielen, einige einen Anfall von
sten bekamen, der sich bei manchen bis zum Bluthusten
igerte und einige convulsivisch schrieen, lachten oder wein-
; nur wenige blieben von der Krise gänzlich frei.

Nach Mesmer sollte diese magnetische Wirkung von den
tirnen ausgehn und auf einer den Sinnen nicht wahrnehm-
n Potenz beruhn, die sich blofs in ihrem Einflufs auf den
schlichen Körper äufsere, was jedoch die Commission für
mifsliche Probe erklärte, da man nicht allezeit mit Si-
heit auszumitteln vermag, ob das angewandte Heilmittel
r eine sonstige Ursache die Krankheit entfernt, und aufser-
die psychischen Einflüsse von den physischen nicht wohl
scheidbar sind, weswegen sie zuvor eine untrüglichere
e anzustellen für räthlich erachtete. Die Mitglieder ent-
ossen sich daher, den Versuch an sich selbst anzustellen,
l wissend, wie leicht auch der Besonnenste getäuscht wird,
n er mit Bestimmtheit etwas erwartet. Sie erhielten da-
ein eignes Zimmer, ein eignes magnetisches Bad und lie-
sich wöchentlich einmal nach dem angegebenen Verfah-
2½ Stunden lang magnetisiren, ohne dafs sich jedoch auch
bei einem einzigen die mindeste Wirkung zeigte, auch
denen nicht, die zufällig etwas unwohl waren. Sie ver-
ten darauf die magnetische Cur drei Tage nach einander,
gleichfalls ohne Erfolg.

Um die Heilart bei eigentlichen Kranken zu versuchen, wählten sie hieraus 14 Patienten verschiedener Art nach Alter, Stand und Geschlecht. Von diesen empfanden neun Personen gar keine Wirkung, zwei hatten einige, aber so schnell vorübergehende und wenig hervorstechende Empfindungen, daſs es ungewiſs blieb, ob sie dem angewandten Magnetismus beizulegen seyen; bei drei Individuen endlich zeigten sich auffallende Phänomene, doch glaubten die Commissarien die erzeugten Wirkungen bei diesen, zur geringen Volksclasse gehörigen, durch die zahlreichen Beobachter und die ungewöhnliche Behandlungsart aufgeregten Personen, unter denen sich vorzüglich ein von Krämpfen sehr geplagtes junges Mädchen befand, nicht vom Magnetismus, sondern vom Einfluss der äuſsern Umstände ableiten zu müssen. Den überzeugendsten Beweis, wie sehr hierbei die Einbildungskraft[1] im Spiele sey, erhielten die Commissarien dadurch, daſs sie mehreren solchen Individuen, die sich sehr empfindlich für den animalischen Magnetismus gezeigt hatten, die Augen verbanden und sie dann der magnetischen Behandlung wirklich oder scheinbar unterwarfen. Wenn sie glaubten, daſs sie magnetisirt würden, so zeigte sich sofort die Krise, wie gewöhnlich, obgleich nichts mit ihnen vorgenommen worden war, dagegen blieb jede Wirkung aus, wenn man sie glauben machte, das Magnetisiren sey unterbrochen, so sehr sich auch die geübtesten Magnetiseurs abmühten, die Krise hervorzurufen. Die Versuche wurden vielfach abgeändert, gaben jedoch stets das nämliche Resultat. Da nach Mesmer der Magnetismus auch auf leblose Körper übergehn sollte, so lieſs die Commission in Franklin's Garten zu Passy durch Mesmer's berühmtesten Anhänger einen Baum magnetisiren, dann einen jungen Menschen, welcher für den Magnetismus sehr empfindlich war und den er für diesen Zweck selbst mitgebracht hatte, mit verbundenen Augen zu vier von dem magnetisirten weit abstehenden Bäumen bringen; beim vierten verfiel er in die vollständige Krise. Ebenso ging es mit einer magnetisirten Tasse, die auf die daraus trinkende Frau keinen Eindruck machte, statt daſs die Krise wirklich eintrat, als sie

1 Spätern Erfahrungen nach dürfte man wohl auf eigentlichen Betrug schlieſsen.

er nicht magnetisirten trank, die sie für magneti- t hielt.

Hiernach erklärten die Commissarien, die Existenz eines enthümlichen, animalischen Magnetismus sey nichtig und beobachteten Erscheinungen würden durch das Drücken, Betasten und die aufgeregte Phantasie erzeugt, worunter letztere am wirksamsten sey. Die Sache müsse jedoch gefährlich betrachtet werden, weil sie den Hang zu Ner- übeln steigere und dadurch selbst für künftige Generatio- nachtheilig werden könne. Außer diesem öffentlich be- nt gemachten Berichte übergab die Commission dem Kö- e noch einen geheimen, worin sie auf die anderweitigen ähren aufmerksam machte, die aus den Conventikeln die- Art und aus der eigenthümlichen Behandlungsweise der klichen oder eingebildeten Patienten nothwendig entspringen ßten.

Wie klar, wahrhaftig und entscheidend auch dieser Be- it für jeden Unbefangenen seyn mußste, so vermochte er ch nicht, den *Mesmerismus*, wie man die Sache nannte, ort gänzlich zu verbannen, inzwischen sank doch das An- n desselben bedeutend. Mesmer selbst entfernte sich aus is, und die Anwendung der neuen Heilmethode erlosch älig in jener Stadt und überhaupt in Frankreich. Kaum d man es aber dermaleinst begreiflich finden, daſs diese art mit unglaublich gesteigerten Phänomenen und ganz un- baren Wundern in Deutschland so allgemeinen Eingang d. Wienholt in Bremen war einer der ersten, welcher Curart anwandte und Schüler bildete, die in Mesmer's stapfen traten, während dieser hauptsächlich in München e Schule für die magnetische Heilmethode gründete. Man f wohl sagen, daſs kaum eine Stadt in ganz Deutschland blieb, wo nicht einer oder der andere Arzt die magneti- e Heilkunst ausübte, nicht zu gedenken, wie sehr die Li- tur mit theoretischen Untersuchungen, Anweisungen zur übung und abentheuerlichen Erzählungen der beobachteten nomene überschwemmt wurde. Es würde indeſs die Mühe ht lohnen, eine vollständige geschichtliche Uebersicht mit- heilen, vielmehr werden einige allgemeine Bezeichnungen lständig genügen.

Hinsichtlich der Theorie war man nicht einig, wofür man

das wirksame Agens zu halten habe; inzwischen neigte sich die Meinung allgemein dahin, dafs es eine unbekannte Potenz sey, die vom Magnetiseur an den Magnetisirten übergehe und im Ganzen mit der kräftigen Lebensthätigkeit in Verbindung stehe. Nur gesunde Personen und im Zustande ungeschwächter Lebenskraft konnten daher wirksam magnetisiren, und verloren sie durch den Act selbst an regsamer Vitalität, während der Patient daran einen Zuwachs erhielt. Der Name *animalischer Magnetismus* wurde zwar beibehalten, aber dieses Agens, sofern es in unorganischen Körpern, namentlich im Stahle und als tellurischer Magnetismus sich wirksam zeigte, blieb sehr bald ganz aus dem Spiele. Dagegen neigte man sich mehr dahin, zwischen der animalisch magnetischen Potenz und der Elektricität oder vielmehr dem Galvanismus eine Analogie zu finden. Inzwischen waren die Magnetiseurs zu wenig gründliche Kenner der Physik, als dafs sie hierüber zu einer bestimmten Entscheidung kommen konnten, vielmehr kannten sie blofs die allgemeinen Gesetze der elektrischen Leitung und Isolirung, und diesemnach fanden einige einen Unterschied der Wirkung beim Isoliren der Magnetisirten und beim Streichen derselben mit oder ohne den Gebrauch seidener Handschuhe. Bei einer blofs in der Einbildung bestehenden und auf Leichtgläubigkeit nebst Selbsttäuschung beruhenden Potenz durfte man hierin keine Uebereinstimmung erwarten, vielmehr standen die angeblichen Erfahrungen in dieser Beziehung oft unter sich im Widerspruche, indem einige das Magnetisiren mit, andere aber ohne Isolirung wirksamer gefunden zu haben versicherten. Alle kamen jedoch darin überein, dafs ein gewisser ätherischer Stoff vom Magnetiseur auf den Patienten überströme, hauptsächlich aus den Fingerspitzen, und diese Ausströmung sollte sogar zuweilen von einem Lichtscheine, wie bei der Elektricität, begleitet seyn. Ungeachtet der grofsen Expansibilität dieses vermeintlichen Fluidums unterlag es doch nach einigen Angaben mechanischen Gesetzen, sofern es sich durch Schnellen der Finger (das sogenannte *Spargiren*) zum stärkern Ausströmen bringen lassen sollte. Dafs dasselbe nicht blofs von einem Menschen in den andern übergehe, sondern auch an unbelebten Körpern fixirt werden könne, namentlich an Wasser, Speisen, Bäume und sogar an Meubles oder sonstigen beliebigen Gegenständen, wurde allge-

in angenommen, einige gingen aber so weit, dafs sie eine
rbreitung desselben auf unbestimmte, bis zu Hunderten von
ilen sich erstreckende Entfernungen annahmen, und zwar
dafs eine gewisse sympathische Verbindung zwischen dem
gnetiseur und seinen Magnetisirten oder den letztern unter
ander statt finden sollte, so dafs namentlich die von dem
en oder dem andern genommenen Arzeneien auf die im so-
nnnten *magnetischen Rapport* stehenden eine gemeinschaft-
e Wirkung hervorzubringen vermochten[1]. Eine sehr häu-
und bestimmt wiederholte Behauptung war, dafs der Glau-
an die Wirksamkeit des Agens nicht blofs befördernde,
dern nothwendige Bedingung eines günstigen Erfolgs sey,
ob der Glaube einen andern, als psychischen Einflufs ha-
 könne; den Einflufs der Einbildungskraft auf die Gesund-
t und das Wohlbefinden wird aber niemand in Abrede stel-
. Nicht selten wurde auch Reinheit der Sitten, namentlich
uschheit, als nothwendige Bedingung der Wirksamkeit die-
Curart angegeben, allein es gab der Fälle nicht wenige,
bei diese Bedingung erweislich nicht statt fand, und bei ei-
gen diente das Magnetisiren selbst als Hülfsmittel feinerer
er gröberer Intriguen und der Erreichung unlauterer Zwecke.
raus erwuchs ohne Zweifel allmälig der Mifscredit, worin
ganze Verfahren bei dem bessern Theile des Publicums
etzt wurde; denn bei allem Hange zum Wunderglauben
den die sonst der Sache so sehr ergebenen Damen doch
nälig Anstand, den Magnetiseurs täglich und mitunter
nden lang, obendrein in Betten liegend, die der Natur der
he nach nicht durchaus decenten und mit weiblicher Sitt-
keit nicht ganz verträglichen Manipulationen zu gestatten,
züglich da hauptsächlich die jüngern Aerzte das Magnetisi-
am meisten ausübten.

Das Verfahren des Magnetisirens mufste wohl als sehr zu-

---

1 So weit ich mich erinnere, wurde gleich anfangs ein Preis
100 Ducaten bei einem Handelshause in Mainz für denjenigen
gnetisirten deponirt, welcher nach sicherer Prüfung magnetisirtes
sser von unmagnetisirtem unterscheiden könne; allein die Prämie
nie in Anspruch genommen worden, so allgemein man auch be-
ptete, dafs dieses jederzeit der Fall sey. Schon hieraus ergiebt sich
tlich, dafs man nicht enttäuscht werden und die Wahrheit nicht
finden wollte.

sammengesetzt dargestellt werden, um der Sache mehr Wichtigkeit zu geben, die Vorstellung von einem beistehenden Zusammenhange zwischen Ursache und Wirkung fester zu begründen und die ganze Operation nebst dem zu erwartenden Erfolge in ein tieferes und zugleich geheimnifsvolleres Dunkel zu hüllen. Im Ganzen stimmten jedoch die Vorschriften darin überein, dafs die Kunst des Magnetisirens in einem sachten Streichen mit den Fingern, bei leiserer oder stärkerer Berührung, und mitunter selbst ohne Berührung bestehe, wobei es in vielen Fällen selbst auf die Zahl dieser Striche ankam, die von manchen Patienten oft bestimmt verlangt wurden. Hierbei blieb man, so grofs auch übrigens die sich allmälig einschleichende Abweichung war, der ursprünglichen Ansicht von einer dem mineralischen Magnetismus ähnlichen Potenz insofern bis ans Ende getreu, dafs durch entgegengesetztes Streichen (*Gegenstriche*) die ursprüngliche Wirkung aufgehoben oder eine entgegengesetzte hervorgerufen werden sollte. War z. B. ein Patient durch gewöhnliches Streichen in den magnetischen Schlaf gebracht, so erweckten ihn entgegengesetzte Striche, und manche Kranke konnten nur hierdurch wieder erweckt werden. Der Magnetiseur setzte die leicht ausgebreiteten Finger beider nach unten wenig gekrümmten Hände oben auf der Stirn des Patienten an, strich dann sanft oder gar nicht berührend über beide Seiten des Gesichts, des Halses und der Brust herab, bis in die Gegend des Unterleibes, zog die Hände dann sanft zurück und begann aufs neue; zuweilen aber, wenn die eigenthümliche Beschaffenheit der Krankheit es forderte, der Anstand es nicht hinderte oder die Rücksicht hierauf die Patienten, namentlich die weiblichen Geschlechts nicht abhielt, wurden die Striche bis zu den Knieen oder selbst zu den Fufsspitzen fortgesetzt. Aufser diesen allgemeinen, den ganzen Körper afficirenden Strichen wurde auch einem diesem ähnlichen Bestreichen einzelner leidender Theile eine specielle Heilkraft beigelegt.

Die Vorschriften über die zur magnetischen Curart erforderlichen Manipulationen enthalten neben dem genannten Streichen noch das bereits erwähnte *Spargiren*, ein mäfsiges Schnellen der zusammengezogenen und wieder ausgebreiteten Finger einer Hand oder gewöhnlicher beider Hände, insbesondere gegen das Gesicht oder die Gegend des Magens oder gegen

nd einen der besondern Affection bedürfenden Theil des ienten. Hierdurch glaubte man das Ausströmen des aniisch-magnetischen Fluidums aus dem Magnetiseurs und en Uebergang in den Patienten zu befördern. Beide gente Operationen waren dann nothwendig, wenn die matische Cur angefangen wurde, und mußten so lange forttzt werden, bis der magnetische Schlaf eintrat, während en zur Erhaltung seiner Fortdauer oder zur Abwehrung htheiliger Einflüsse bloß die angegebene Manipulation des ichens, jedoch ohne Berührung des Patienten, in willküren Intervallen wiederholt wurde. War die Zahl der Paten, die der nämliche Arzt in der Cur hatte, größer und atteten die Krankheiten das Ausgehn, so versammelten alle an bestimmten Stunden des Tags zu einem Convenl nach Art der von Mesmer gehaltenen und es war dann m das gemeinschaftliche Beisammenseyn in einem Zimmer Wirkung; außerdem aber setzten sich alle in einen Kreis Stühle, berührten sich auch wohl durch das Verschlingen Daumen oder durch Anfassen der Hände, der Magnetir aber stand mitten in dem aus fünf, zehn, ja zwanzig mehrern Personen beiderlei Geschlechts gebildeten Kreise, netisirte auf die angegebene Weise diejenigen, welche für magnetische Fluidum am empfänglichsten waren, abwechl in kürzern Pausen, und hierdurch sollte die Wirkung durch alle, die unter einander und mit dem Magnetiseur nagnetischen *Rapport* standen, verbreiten. War dann der netische Rapport zwischen dem Magnetiseur und dem elnen Kranken oder allen zu einem gemeinschaftlichen rentikel gehörigen Personen einmal hergestellt, so bee es des Streichens nicht mehr, obgleich dasselbe mei täglich wiederholt wurde, sondern die bloße Anwesendes Magnetiseurs reichte schon hin, mindestens einen ufs desselben auf die Patienten zu erzeugen, ja man ging eit zu behaupten, daß der Arzt sogar aus der Entfernung, ı Größe unbestimmt blieb, durch ernste Willensthätigkeit verlangten Wirkungen hervorbringen könne. Durch diese ire, eigentlich wohl sinnlos zu nennende, Behauptung wurs den sehr in Anspruch genommenen Aerzten möglich, Ansprüchen zahlreicher Patienten zu genügen, was unich gewesen wäre, wenn ein jeder einzelne täglich der

anstrengenden und zeitraubenden Manipulation bedurft hätte. Eine solche vollständige Manipulation durch Streichen bis zum Eintritt des magnetischen Schlafs dauerte nämlich insbesondere anfangs, ehe die Patienten gläubig und somit für empfänglicher waren, wohl eine halbe Stunde, ja manche, von der Allgewalt dieses Verfahrens selbst überzeugte, Aerzte setzten die Operation bis zur Dauer von etwa anderthalb Stunden bei solchen Personen fort, auf welche sie aller Bemühungen ungeachtet keine Wirkung hervorbringen konnten. War die Cur einmal eingeleitet und der Patient in den magnetischen Zustand versetzt, so erforderte das Streichen nur kürzere Zeit, und oft waren nur wenige Striche nöthig, um den magnetischen Schlaf herbeizuführen, der ebenso leicht durch einen oder wenige Gegenstriche wieder aufgehoben wurde. Das Magnetisiren unbelebter Gegenstände, namentlich des Trinkwassers, geschah durch ähnliche Striche, hauptsächlich durch Spargiren, im Allgemeinen durch die Berührung; manche Aerzte und auch sonstige Personen, die nicht verfehlten, sich einer so günstigen Gelegenheit zu bedienen, um sich als Practiker in das Gebiet der Medicin einzuschleichen, entnahmen aus ihrer Phantasie noch sonstige Mittel, um solchen Substanzen das magnetische Fluidum mitzutheilen, allein diese sind nicht als schulgerechte Regeln bekannt geworden.

Rücksichtlich der Wirkungen des animalischen Magnetismus endlich wurde im Allgemeinen angenommen, dafs derselbe gegen jede Krankheit mit Erfolg anwendbar sey, und man dehnte diese Behauptung nicht blofs auf innere Krankheiten, sondern selbst auf chirurgisch zu behandelnde Uebel aus, indem mir sogar ein Fall bekannt ist, dafs ein unglücklicher Patient sich über ein ganzes Jahr gegen einen Blasenstein magnetisiren liefs, bis er durch einen höchst schmerzhaften Tod als Opfer seiner eignen und fremder Thorheit fiel; vorzugsweise aber wurden Nervenübel, hysterische und hypochondrische Beschwerden, Stockungen der Säfte, chronische Entzündungen, Anschwellungen der Drüsen, Mangel an Schlaf u. s. w. in den Bereich dieser Curmethode gezogen. Das Resultat der Cur sollte dann Linderung und endlich gänzliche Heilung dieser sämmtlichen Uebel seyn, wobei der meistens eintretende magnetische Schlaf als Kennzeichen der Wirksamkeit und zugleich als Beförderungsmittel derselben g

ſserdem aber führte die magnetische Behandlung manche Inidusen, insbesondere weiblichen Geschlechts, durch eine ihe von Stadien, die als Perioden der sich verändernden und llich gänzlich schwindenden Krankheit betrachtet wurden, endlichen, mitunter erst nach mehrern Jahren erfolgenden ıesung. In diesen Stadien boten manche Patienten, die für ı animalischen Magnetismus vorzugsweise empfänglich seyn ten, Erscheinungen dar, die in übergroſser Menge berichtet gläubig nachgesprochen wurden, so sehr sie auch mit albekannten Gesetzen der Natur und selbst mit dem, was siologie und Psychologie über die Leistungen der Lebensigkeit und der Seelenkräfte im gesunden Zustande und rend der Abnormität in Nervenübeln, z. B. beim Nachtdeln, bis dahin dargeboten hatten, im Widerspruche stan-, so daſs sie zum Theil in das Gebiet der eigentlichen ınder gehörten. Ohne hierüber ins Einzelne einzugehn, e Folgendes als allgemeine Bezeichnung genügen. Bei forttzter Anwendung des Streichens fielen die Patienten, fast chlieſslich weiblichen Geschlechts, zuerst in einen tiefen, gen Schlaf, woraus sie von selbst erwachten und sich vorgestärkt, wenn gleich nicht eigentlich geheilt, fühlten; denn sich ihr Befinden nachher im Wachen besser und so beschaffen daſs sie nicht bloſs auſser Bett seyn, sondern auch ihre Gete besorgen und an gesellschaftlichen Unterhaltungen Theil ıen konnten, so machte doch das Bedürfniſs des nicht von t sich einstellenden Schlafs ein abermaliges, täglich wiehrendes Magnetisiren nothwendig. Im weitern Verfolge e sich der Schlaf zwar jederzeit und zwar bald nach dem ıgen des Streichens ein, aber während derselbe den Köressełte und gegen Sinneseindrücke jeder Art unempfindmachte, kehrte die Seelenthätigkeit wieder, die Patientinwurden *Somnambülen*, redeten, antworteten auf Fragen interhielten sich mit den Umstehenden über ihnen bee Gegenstände, alles bei verschlossenen Augen und fortndem tiefen Schlafe, aus welchem sie zur gehörigen Zeit, ens jedoch nur durch Gegenstriche des Magnetiseurs, erten, ohne dann die geringste Erinnerung dessen zu hawas unterdeſs vorgegangen war. Dieser Zustand der Seeätigkeit im Somnambulismus wurde dann zu einer um soviel rn Stufe gesteigert, je empfänglicher die Patientinnen für

den thierischen Magnetismus waren; die Somnambülen giegen weit über die Sphäre ihrer natürlichen Geisteskräfte hinaus und wurden Hellseherinnen (*Clairvoyantes*). Unter die vie-
lerlei Arten von Leistungen in diesem unnatürlichen Zustande gehörte hauptsächlich die aus ihnen selbst entnommene Kenn-
nifs vom innern Baue ihres Körpers, seinen einzelnen Thei-
len, dessen Abnormitäten und den Ursachen ihrer Krankheiten, der dagegen anzuwendenden Mittel, der Zeit und Art ihres Verlaufes und der endlichen Genesung. War es indefs immer möglich, dafs eine gesteigerte Reizbarkeit auch Unkundige hiervon Kenntnifs geben konnte, so blieb man doch bei die-
sen schwer zu erklärenden Erscheinungen nicht stehn, son-
dern steigerte das Wunderbare bis zur höchsten Stufe. Die Clairvoyanten erkannten nicht blofs sich selbst, sondern auch andere, gaben die Natur der Krankheiten von diesen, die sie nie gesehn hatten und mit denen sie blofs in magnetisch[en] Rapport gesetzt wurden, nebst den erforderlichen Heilmi[tteln] auf das bestimmteste an, begnügten sich nicht damit, die ih[nen] sonst unbekannten Namen der Arzneien zu nennen, son[dern] bezeichneten auch in ihnen ganz unbekannten Officinen ge[nau] den Ort, wo die erforderlichen Präparate standen. Nicht [zu-]
frieden mit dieser schon weit über die denkbare Möglich[keit] hinaus liegenden Grenze gaben sie über weit entfernte Per[so-]
nen und Gegenstände Auskunft, lasen mit den Finger[n] oder vermittelst des Auflegens auf ihre Herzgrube ver[siegelte] Schrift, erkannten den wörtlichen Inhalt bestimmter [Zeilen,] Seiten und Bände entfernt stehender, ihnen unerreich[barer] und nie gesehener Bücher, ja was noch mehr ist, es tre[nnte] sich von ihnen ein gewisses geistiges (man mufs sagen [ma-]
gnetisches) Ich, welches, während sie körperlich im mag[neti-]
schen Schlafe liegend beobachtet wurden, auch wohl ga[r] mit den Umstehenden unterhielten, in entfernte Zimmer [und] Häuser, ja sogar in die Unterwelt, auf den Mond, die [...] oder einen sonstigen Planeten wanderte, dort Sinneseindr[ücke] erhielt, das Empfundene wieder erzählte, nachdem es zur [ge-]
hörigen Zeit, die durch die Dauer des magnetischen Schl[afes] bestimmt war, sich wieder mit der schlafenden Person ve[rei-]
nigt hatte. Ein solches magnetisch-geistiges Individuum [näm-]
lich konnte, wohl gemerkt im vollen Anzuge, also mit [kör-]
perlichen Stoffen umgeben, durch Schlüssellöcher in versch[lossene]

Thüren dringen, sich zu magnetisch verbundenen Per-
n ins Bette legen, sich mit diesen unterhalten und, ohne
den Umstehenden wahrgenommen zu werden, an seinen
wieder zurückkehren.

Man wird es künftig, wenn die Geschichte der Entste-
und weitern Ausbildung der magnetischen Heilung aus
Gedächtnisse verschwunden ist, kaum begreiflich finden,
dergleichen abenteuerliche Erzählungen in grofser Zahl be-
gemacht und von einem grofsen Theile des Publicums
llen Ständen geglaubt wurden, und dennoch war dieses
ich der Fall. Zwar ist durch alles zahlreiche Hellsehn,
durch die Reisen auf den Mond und die Planeten keine
e neue Wahrheit aufgefunden, auch nicht die geringste neue
ckung gemacht worden. Das angeblich Gesehene und Ge-
, überhaupt durch übermäfsig gesteigerte Seelenkräfte Er-
te, war nie etwas anderes, als allgemein bekannte, mei-
höchst triviale Sachen, manches auffallend unrichtig; es
n sich allezeit die eigenthümlichen Ansichten des Ma-
eurs bei den Aussagen ihrer Somnambülen so offen-
ernus, dafs das unbefangene Publicum einen unverkenn-
Einflufs jener auf diese nothwendig wahrnehmen mufste;
und grofse Betrügereien wurden aufgedeckt, bekehrten
ur selten und blofs die Besonnenern von dem sehr all-
n herrschenden Wahne, und somit dauerte es lange, bis
ehrzahl vernünftigen Zweifeln Raum gab und endlich die
Methode allmälig in Abnahme kam, die in diesem Au-
ke baldiges gänzliches Vergessen erwarten läfst, indem
noch einzelne wenig beachtete Fälle des Magnetisirens
men, auf welche die Literatur kaum noch oder viel-
überall keine Rücksicht nimmt.

i dieser keineswegs mit übertriebenen Farben aufge-
n Darstellung der Sache darf jedoch nicht übersehn wer-
dafs sich die Mehrzahl der Aerzte, insbesondere der
und erfahrnern, keineswegs zu solchen extravaganten
ten verleiten liefs, allein auch viele der bessern waren
innung, dafs ein solches heilendes magnetisches Fluidum
h existire und bei richtiger Anwendung heilsame Wir-
hervorbringen könne. Auffallend wird man es künftig
, dafs die sonst so besonnenen Deutschen keine schul-
te gründliche Prüfung veranstalteten, wodurch die Wahr-

heit nothwendig zum Vorschein kommen und vom Truge ge-
schieden werden mufste, um so mehr, da das Beispiel einer
so trefflichen Prüfung des Mesmerismus in Paris als nachah-
mungswerthes Beispiel vorlag. So unerklärbar dieses und
künftig seyn dürfte, so leicht geht aus der genauern Kenntnifs
der damaligen Lage der Sache hervor, dafs eine besondere
Prüfung, von vielen so sehnlich gewünscht, damals ganz un-
möglich war, weil das ganze grofse Publicum so leidenschaft-
lich Parthei dafür genommen und an jedem Orte durch ei
genügende Reihe von Versuchen allzuviele Personen von g
fsem Einflusse durch Enthüllung der Betrügereien und Tä
schungen zu sehr compromittirt werden mufsten, unter den
sicher viele, den zahllos wiederholten Versicherungen von A
genzeugen, nach einem bei jedem wahrheitliebenden Me
schen natürlichen Hange, vertrauend, sich lebhaft für di
Sache interessirten, nicht ahnend, zu welchen abenteu
chen Uebertreibungen man demnächst übergehn würde. Ni
man hinzu, durch welche unglaublich feine Betrügereien
manche treffliche Aerzte und Nichtärzte getäuscht wurden,
sich später um ihrer selbst willen scheuten, die schl
Kunstgriffe, durch die sie zum Irrthume verleitet waren,
enthüllen, überlegt man ferner, dafs der gröfste Theil der
sis, worauf die ganze Arzneiwissenschaft sich stützt, a
Erfahrung entnommen ist und dafs der Arzt die im leb
Menschen wirksamen Kräfte keineswegs so scharf und
stimmt zu erkennen vermag, als der Physiker die Ge
nach denen die Erscheinungen in der unorganischen Nat
folgen, so wird man den ganzen Verlauf der Sache n
unnatürlich finden.

Fragt man endlich, was von den erzählten Thats
zu halten sey und ob den zahlreich beobachteten Ersche
gen irgend eine bekannte oder noch näher zu erforsch
physikalische Potenz zum Grunde liege, so kann diese F
gegenwärtig füglich befriedigend beantwortet werden. U
allen den zahllosen beobachteten und mit eigener moral
Ueberzeugung wieder erzählten Erscheinungen befindet s
keine einzige, die nach den in der Physik bestehenden R
geln für ausgemacht gelten kann, denn bekanntlich wi
Gebiete dieser Wissenschaft keine Thatsache für hinlä
begründet gehalten, um ein Gesetz darauf zu bauen, wenn

beobachtete Phänomen unter den angegebenen Bedingun-
unausbleiblich jederzeit wieder erfolgt. Die Erzählungen
den Aeufserungen des Somnambulismus sind aber nicht
fs keineswegs unter sich übereinstimmend, sondern stehn
fsen Theils mit einander selbst im Widerspruche. Selbst
Erzeugung des Schlafs durch die magnetischen Striche, die
hl am allgemeinsten geglaubt wurde und allen nachfolgen-
Erscheinungen höherer Stadien vorangehn mufste, erfolgte
eswegs ohne Ausnahme, vielmehr war es selbst den kräf-
ten und geübtesten Magnetiseurs zuweilen unmöglich,
che Individuen zum Schlafen zu bringen, wie mir aus
ner Beobachtung bekannt ist. Aufserdem waren in Mes-
's und andern Conventikeln stets einige Individuen, auf
che die magnetische Behandlung durchaus keine Wirkung
orbrachte. Wenn also gleich in andern zahllosen Beispie-
der Schlaf wirklich erfolgte, so ist dadurch der Zusam-
hang zwischen Ursache und Wirkung noch keineswegs
ben, also auch diese Thatsache nichts weniger als fest
ündet, so lange die anderweitig bedingenden Ursachen nicht
gewiesen worden sind, welche entweder das Eintreten des
afs bei einigen Individuen, oder das Ausbleiben desselben
andern herbeiführen konnten. Aber selbst auch dann,
n bei allen Personen ohne Ausnahme der Schlaf durch die
etische Manipulation hervorgerufen worden wäre, würde die-
ür den Physiker nur ein vorläufiges, keineswegs aber ein
res Argument seyn, um auf eine wirklich vorhandene Po-
eigenthümlicher Art zu schliefsen, da sich immerhin hier-
n der Einwurf vorbringen läfst, dafs die ruhige Lage des
etisirten, seine Aufmerksamkeit auf den Magnetiseur, die
rmigkeit der stets wiederkehrenden Bewegungen, die Ent-
ng anderweitiger erregender Gedanken, selbst aber die
Berührung und deren Einflufs auf die Nerven, aufser
igen zusammenwirkenden Ursachen diesen eigenthümli-
Erfolg herbeigeführt habe, ungefähr auf die nämliche
se, als durch das Kitzeln ein unwillkürliches Lachen er-
t wird, mit der sonderbaren Modification, dafs niemand
selbst hierdurch zum Lachen reizen kann, ohne dafs es bis
jemandem eingefallen ist, diese Wirkung einem eigen-
lichem Stoffe beizulegen. Sonach liegt also die Entschei-
über die ganze Sache noch zur Zeit ganz aufser dem

Bereiche der Physik, weil die Magnetiseurs hinsichtlich d
als nothwendig bezeichneten Manipulationen diese weder h.
länglich bestimmt, noch auch unter sich völlig übereins.
mend angegeben haben, insofern einige der Isolirung oder
Anwendung seidener Handschuhe einen Einflufs beilegen.
dere diesen aber leugnen, und der anfänglich angenom
Zusammenhang dieser Erscheinungen mit den Aeufserungen
mineralischen Magnetismus späterhin gänzlich aufgegeben w
Die berichteten Erfolge können aber noch weniger zur
stellung eines physikalischen Gesetzes dienen, weil kein
ziger hierfür genügend constatirt ist, manche derselben
gar mit unumstöfslichen Gesetzen der Natur und der E.
rung eines richtig schliefsenden Verstandes im Widers
stehn. Der animalische Magnetismus gehört somit vorerst,
bis neue genügend begründete Thatsachen vorhanden sind,
ausschliefslich in das Gebiet der Medicin, allein auch d.
theil der besonnenen und zugleich erfahrenen, im grün
Forschen geübten Aerzte ist nach dem Zeugnisse Rudol.
so ungünstig ausgefallen, dafs man mit Ausscheidung
kennbar psychischer Wirkungen und solcher, die durch
regung des Nervensystems erzeugt werden, wie sie
auch bei den Nachtwandlern und sonstigen nerven
Personen vorkommen, alles übrige für theils absichtlich
unabsichtliche Täuschung und grofsentheils für Betrug
ren mufs, was daher nur ein ephemeres Aufsehn
konnte und nach der Art ähnlicher Uebertreibungen o.
irrungen bereits seinen Untergang gefunden hat[2].

M.

1 Grundrifs der Physiologie. Vorr. S. IX.

2 Da ich die ganze Periode des animalischen Magnetis
seinem Ursprunge an bis zu seinem Untergange mit erlebt,
losen gedruckten und mündlichen Berichte bei ihrem Ersch
grofser Vollständigkeit mir bekannt gemacht und einige M.
rungen selbst mit angesehn habe, so schien es mir überfluss
Gesagte durch Autoritäten zu unterstützen, um so mehr, als
bei nicht sowohl auf die Personen, als vielmehr auf die Th
ankommt, manche sich auch wohl nicht gern an die Täus
wieder erinnern, denen sie aus oben angegebenen, genug
schuldigenden Gründen unter den damaligen Verhältnissen
widerstehn vermochten. Wer indefs das Ganze, ohne die
Unsinn gesteigerten Uebertreibungen, kennen lernen will,

Magneto-Elektricität.

Induction, Elektricität durch Induction; Magneto-Electricité; *Magnetic-Electricity, Electricity by Induction.*

Der höchst wichtige physikalische Satz, dafs man durch Magnetismus Elektricität hervorrufen könne, hat bei seiner erst neuerdings erfolgten Auffindung so hohes Interesse erregt, dafs sich das Geschichtliche dieser Entdeckung der Nachwelt aufbewahrt zu werden verdient. Je allgemeiner bekannt wurde, dafs die durch einen Multiplicator (einen schraubenförmig gewundenen und gehörig isolirten Draht) strömende Elektricität Magnetismus in seinem Innern erzeuge, desto näher lag die Idee, umgekehrt durch den Magnetismus im Innern eines solchen Multiplicators Elektricität in diesem hervorzurufen. Mehrere Gelehrte kamen auf diesen Gedanken, es war aber dem Glücke und dem Scharfsinne Faraday's vorbehalten, diese interessante und wichtige Entdeckung wirklich zu machen. Das Wesentlichste dieser Erfindung beruht darauf, dafs man den Anker eines starken Magnets mit Kupferdraht, welcher vorher durch einen Ueberzug von Seide elektrisch isolirt ist, in vielen Windungen umwickelt, das eine Ende desselben in Quecksilber eintaucht, das andere der Fläche dieses Metalls möglichst nähert, und dann den Anker schnell vom Magnete trennt, oder mit ihm verbindet, in welchen beiden Fällen sich zwischen dem freien Ende des Drahtes und der Fläche des Quecksilbers ein kleiner elektrischer Funke zeigt. Hierbei ist es gleichgültig, ob der angewandte Magnet ein gewöhnlicher aus Stahl, oder ein durch Voltasche Elektricität temporär erzeugter aus weichem Eisen ist, weil zwischen beiden hinsichtlich des hierbei wirksamen

---

...ende Auskunft in folgenden zwei Werken, wovon das erste einen Vertheidiger, das zweite einen gewiegten Gegner zum Verfasser hat. Versuch einer Darstellung des animalischen Magnetismus als Heilmittel von Dr. Kluge u. s. w. Berl. 1811. 2te Aufl. ebend. 1815. Ueber den thierischen Magnetismus. Von Dr. Joh. Stieglitz, K. Grofsbr. Leibarzt. Hann. 1814.

Magnetismus kein Unterschied obwaltet, und wirklich bediente sich Faraday bei seinen ersten Versuchen auch eines solchen temporären Magnets, fand aber sofort, dafs ein bleibender etwas starker Magnet die nämlichen Wirkungen hervorbringe.

Am 24. November 1831 theilte Faraday[1] die von ihm gemachte Entdeckung in einer ausführlichen Abhandlung der königl. Societät mit und liefs eine kurze Notiz der Sache in einem Briefe vom 17. Dec. an Hachette zur Kenntnifs des französischen Instituts gelangen, wodurch sie dem gröfsern Publicum bekannt wurde[2]. Die beiden italienischen Gelehrten Nobili und Antinori in Florenz scheinen zuerst die Versuche nach dieser kurzen Andeutung wiederholt zu haben und es glückte ihnen, nicht blofs durch den Magnetismus des Stahls, sondern auch durch den tellurischen des weichen Eisens die astatischen Doppelnadeln des Multiplicators in Bewegung zu setzen und mit Anwendung eines Magnets im Museum zu Florenz den elektrischen Funken hervorzurufen. Ihre Versuche datiren sich vom 31. Januar 1832 und wurden in der Antologia unterm November 1831 und in den Annales de Chimie cet. unterm December desselben Jahres bekannt gemacht[3]. Ein Abdruck von Nobili's Abhandlung kam in die Hände vieler Gelehrten und ermunterte diese zur Wiederholung der Versuche, die zwar in vergröfsertem Mafsstabe und mit verbesserten Apparaten, aber ohne wesentliche Erweiterung der Sache seitdem vielfach angestellt wurden. Unter den meisten, welche die Versuche mit verschiedenartig construirten Apparaten wiederholt haben, möge Forbes[4] genannt werden, welcher einen künstlichen Magnet des Dr. Hope anwandte, dessen Tragkraft 170 ℔ betrug. Die Wirkungen desselben auf die Magnetnadeln des Multiplicators (eigentlich also auf den Multiplicator) verglich er mit denen einer Volta'schen Säule,

1 Philos. Trans. 1832. p. 132.

2 Im Temps vom 28. December 1831. So wie ich durch Capt. Kater sofort eine briefliche Nachricht von dieser Erscheinung erhielt, wird dieses auch bei andern Gelehrten der Fall gewesen seyn. Daher die schnelle Verbreitung der ebenso interessanten als wichtigen Entdeckung.

3 Antologia di Firenze No. CXXXI. Ann. Chim. Phys. T. XLVIII p. 417. Poggendorff's Ann. XXIV. 473.

4 Edinb. Philos. Trans. T. XII. Vorlesung vom 16. April 1832.

m er die Säure bei der letztern so temperirte, dafs sie eine ich grofse Ablenkung der Nadeln erzeugte, als der natürli- Magnet. Zugleich glaubte er zu bemerken, dafs der elek- ische Funke leichter beim Trennen des elektrischen Stromes, beim Schliefsen desselben zum Vorschein komme, eher am nde des Quecksilbers, worin die beiden Enden des um den iker gewundenen Drahtes gesenkt waren, als in der Mitte, d dafs insbesondere die Schnelligkeit, womit das zugespitzte de des Drahtes vom Quecksilber getrennt wurde, das Er- ieinen desselben befördere, wobei ihm noch aufserdem die inheit des hierzu angewandten Quecksilbers von Einflufs zu m schien. Der erzeugte Funke hatte stets eine schöne grüne rbe. Marianini[1] richtete sein Augenmerk vorzüglich dar- f, auszumitteln, ob die erzeugte Elektricität auch chemische irkungen äufsere, wovon er sich vollständig überzeugte. ibili und Antinori wiederholten ihre Versuche in gröfse- Ausdehnung und gelangten dadurch zu dem Resultate, dafs durch Magnetismus erzeugte Elektricität in jeder Hin- ht ein gleiches Verhalten zeige, als die durch Reibung er Berührung hervorgerufene[2]. Bei weitem die gröfsten d belehrendsten Versuche wurden in Paris durch Hachette, uillet und Ampère angestellt, wobei sie sich meistens der rch Pixii verfertigten gröfsern Apparate bedienten und so- hl elektrische Funken, sogar in einem fortwährenden Stro-, als auch physiologische und chemische Wirkungen der ch Magnetismus erzeugten Elektricität erhielten. Diese fal- insgesammt in das Jahr 1832 und der Kreis der Phäno- ne scheint damit geschlossen, wenigstens ist mir nicht be- nnt, dafs seitdem noch irgend eine neue, für das Wesen Sache bedeutende Erscheinung aufgefunden worden sey, gesehn von den gehaltreichen Versuchen, welche zur Begrün- ng der hierbei obwaltenden Gesetze angestellt worden sind.

Faraday's Entdeckung beruht dem Wesen nach, und e dieses durch verschieden modificirte, mit mehrfach abge- derten Apparaten hervorgerufene Erscheinungen sich an- aulich machen läfst, auf folgendem Hauptsatze. Wenn ein ektrischer Strom durch einen leitenden Körper fliefst, so er-

1 Bibl. univ. 1832. T. III. p. 16.
2 Ann. Chim. Phys. T. L. p. 280. Juli 1832.

zeugt dieser in einem andern, ihm möglichst genäherten, aber elektrisch isolirten, auf gleiche Weise einen elektrischen Strom, als ob dieser ursprünglich durch eine der hierzu tauglichen Ursachen hervorgerufen würde. Die im Rheophore vorhandene Elektricität kommt jedoch auſserhalb der Oberfläche desselben, also ohne unmittelbare Berührung und bei einer isolirenden Umgebung, nicht selbst zum Vorschein, sondern bloſs vermittelst des durch sie hervorgerufenen Magnetismus[1]; auſserhalb der Oberfläche des Rheophors kann demnach nur dieser letztere vorhanden seyn, und wenn daher im genäherten, noch obendrein isolirten Leiter elektrische Erscheinungen zum Vorschein kommen, so müssen diese durch den Magnetismus in der Umgebung des Rheophors hervorgerufen worden seyn, woraus die wichtige Folgerung hervorgeht, daſs Elektricität und Magnetismus sich wechselseitig frei machen, und wenn also durch Oersted's Entdeckung aufgefunden worden war, daſs die Elektricität in der Umgebung des sie fortleitenden Körpers Magnetismus erzeugt, so ergiebt sich aus Faraday's Versuchen, die durch diesen frei gewordenen Magnetismus umgekehrt in einem geeigneten Leiter eine elektrische Strömung hervorgerufen werde; Faraday nannte dieses eine Erzeugung der Elektricität durch *Induction*[2] und diese Bezeichnung ist seitdem allgemein aufgenommen worden. Die Sache selbst ist also der Hauptsache nach eine Umkehrung des Elektromagnetismus, aber zwischen dem Verhalten beider findet ein wesentlicher Unterschied statt, welcher im voraus nicht geahnet werden konnte und daher die zahlreichen Bemühungen vieler Gelehrten, die auf das nämliche Ziel gerichtet waren, vergeblich machte. Wenn der elektrische Strom, sey es der galvanische oder der durch Reibung erzeugte und selbst der thermoelektrische, den Rheophor durchströmt, so findet eine fortdauernde magnetische Erregung statt, und die in den Windungen des Multiplicators aufgehangene Magnetnadel erhält eine bleibende Ab-

---

1 Hierbei wird vorausgesetzt, daſs Elektricität und Magnetismus zwei verschiedene Potenzen sind, von welcher Ansicht ich bei den sehr verschiedenen Eigenschaften beider nicht abgehn kann.

2 Der Ausdruck kommt vom Lateinischen *inducere*, weil die Elektricität durch das Hineinführen eines Magnets in die schraubenförmigen Windungen des Drahtes hervorgerufen wird.

achtung. Dagegen ist die Erregung der Elektricität durch n Magnetismus (durch Induction) nur momentan und auf den igenblick der Annäherung des einen der magnetischen Pole schränkt; das elektrische Gleichgewicht stellt sich dann sofort ieder her, entzieht sich hierdurch der Beobachtung, und rin liegt die Ursache, dafs diese Erscheinungen so schwer ı entdecken waren, bis es dem Scharfsinne und dem beharr-chen Experimentiren FARADAY's gelang, den so erzeugten ektrischen Strom im Momente seiner Entstehung aufzufangen. ie Ursache dieser wesentlichen Verschiedenheit der gegen-itigen Einwirkungen der Elektricität und des Magnetismus f einander mufs im Wesen beider Potenzen gegründet seyn, is wir jedoch zur Zeit noch nicht völlig genau kennen.

Zu den magnetoelektrischen Versuchen wählt man in der egel mit Seide übersponnenen Kupferdraht, weil dieses Me-ll nach BECQUEREL[1] die Elektricität am besten leitet und ch den Versuchen von ARAGO[2] vorzugsweise magnetisch sponirt wird. Die ersten Apparate, deren sich FARADAY ediente, bestanden aus solchen mit Seide übersponnenen oder urch sonstige geeignete Nichtleiter isolirten Drähten, welche n irgend einen Körper so neben und über einander gewun-en oder nur im Zickzack neben einander gelegt wurden, dafs in einer etwas längeren Strecke einander sehr nahe waren id dafs die Enden des einen Systems mit den beiden Ele-enten einer einfachen Volta'schen Kette verbunden wurden, ährend die Enden des andern vermittelst des Multiplicators e erzeugte secundäre Elektricität sichtbar machten. Derjeni-: unter diesen Apparaten, welcher noch gegenwärtig nach n zahlreichen angegebenen Verbesserungen beibehalten zu erden verdient, ist der *magnetoelektrische Ring*. Ein Ring Fig. 224. on weichem Eisen, 1 bis 1,5 Zoll dick und 3 bis 5 Zoll im urchmesser haltend, wird mit Taffent oder mit seidenem nde umwickelt und dann zur Hälfte mit einer bis vier oder ch mehrern Lagen von umsponnenem Kupferdrahte umwun-en, dessen beide Enden amalgamirt (mit einer Solution von lpetersaurem Quecksilber bestrichen und abgewischt) und

1 Ann. Chim. Phys. T. XXXII. p. 420.

2 S. eben Abschn. VII. *Rotationsmagnetismus* und die unten lgenden Untersuchungen hierüber.

dann mit den beiden Elementen der Volta'schen Säule (Zink und Kupfer) verbunden werden. Die zweite Hälfte des Ringes wird auf gleiche Weise mit solchem Kupferdrahte umwunden, so dafs jedoch zwischen beiden Hälften des Ringes ein Intervall von etwa 0,5 Zoll frei bleibt. Die beiden Enden dieses Drahtes werden beträchtlich lang gelassen (etwa 6 bis 10 Fufs) und dann mit den Drahtenden eines Multiplicators, in welchem sich ein Nobili'sches astatisches Magnetnadelpaar befindet, zusammengelöthet[1]. Ist der Apparat auf diese Weise gehörig vorgerichtet, so dafs sich die Nadeln des Multiplicators in Ruhe befinden, und schliefst man demnächst die Volta'sche Kette, so weichen die Nadeln bedeutend nach einer Seite ab, kommen nach mehrern Schwingungen zur Ruhe und erhalten eine Abweichung nach der entgegengesetzten Seite, wenn man die Kette wieder öffnet. Bei dieser Vorrichtung bildet die eine Hälfte des Ringes den Magnet, die andere den Anker.

Noch interessanter ist ein diesem ähnlicher Apparat, bei welchem nicht die Volta'sche Säule, sondern ein gemeiner Magnet das bewegende Princip hergiebt[2]. Man verfertigt einen hohlen Cylinder von starker Pappe, etwa 6 Zoll hoch und 2 bis 3 Zoll weit, umwickelt diesen mit umsponnenem Kupferdraht so, dafs an beiden Enden des Cylinders etwa ein halber bis ein ganzer Zoll leer bleibt, befestigt die beiden Enden, führt sie bis etwa 6 Fufs und darüber fort, um ganz sicher zu seyn, dafs der dabei gebrauchte Magnet die Nadeln nicht unmittelbar afficiren könne, löthet die Spitzen der Drahtenden an die Drahtenden des Multiplicators und läfst die astatischen Magnetnadeln des letztern zur Ruhe kommen. Der Cylinder wird vertical auf einen Tisch gestellt, und wenn man demnächst einen gemeinen Magnetstab (ein Parallelepipedon von etwa 1 Quadratzoll Querschnittsfläche und 10 bis 12 Zoll Länge) von oben herab schnell in den Cylinder herabsenkt, so weichen die Nadeln mit lebhafter Bewegung 45 Grade und noch mehr ab, erhalten aber nach hergestellter Ruhe

1 Nach Lenz (s. unten) genügt es, die Enden der Drähte blank zu schaben und fest auf einander zu binden.

2 Diese Art der elektrischen Erregung ist das, was man nach Faraday Elektricität durch Induction nennt.

e entgegengesetzte Abweichung, wenn man den Magnet- wieder herauszieht. Die Abweichung ist gleichfalls die gegengesetzte, wenn man den andern Pol, als den zuerst ewandten, einsenkt, auch ergiebt sich leicht, dafs man be- tend starke Oscillationen der Nadeln erzeugen könne, wenn das Einsenken und Herausziehn des Magnetstabes mit Wechsel der vor- und rückwärts gehenden Schwankun- der Nadeln zusammenfallen läfst. Nobili und Antinori en diesen Apparat mit einiger Abänderung sinnreich ange- dt, um den Einfluſs des tellurischen Magnetismus auf die egung secundärer elektrischer Strömungen zu untersuchen. diesem Ende stellten sie den hohlen Cylinder so, dafs e Axe sich in der Richtung der Neigungsnadel befand, kten statt eines künstlichen Magnetes einen starken Stab ichen Eisens, welcher gleichfalls die Richtung der Inclina- snadel hatte, hinein und erhielten dann die nämliche Ab- ichung, welche der Nordpol eines künstlichen Magnetes er- gt, wenn sie den Stab von oben herab einsenkten, dage- südpolare Wirkungen, wenn sie das obere Ende desselben unten hineinschoben; sie fanden aufserdem die Wirkun- des letztern geringer, welches damit übereinstimmt, dafs südpolare Magnetismus auf der nördlichen Halbkugel schwä- r ist. Faraday[1] erhielt das nämliche Resultat, wenn er e Stange weiches Eisen in den Schraubendraht steckte, ihn die Richtung der Neigungsnadel brachte, dann in Abwech- ngen umkehrte, die mit den Oscillationen der Magnetna- n im Multiplicator zusammenfielen, wodurch eine Ablen- g von 150° bis 160° erreicht wurde.

Die Erregung der Elektricität durch den Magnetismus er- t auf die angegebene Weise so leicht und so sicher, dafs sogar durch Rückwirkung zum Vorschein kommt, wie aday bei seinen zahlreichen Versuchen entdeckt und M. Jacobi[2] bestätigt gefunden hat. Wird ein mit isolirtem pferdraht umwundenes Eisen, als gerader Stab oder ge- mmt, durch den elektrischen Strom zum Magnete gemacht dann die Verbindung der Volta'schen Kette schnell un-

1 Dessen Abhandl. in Phil. Trans. 1832. §. 6. 141.

2 Mémoire sur l'application de l'électromagnétisme au mouvement machines. Potsdam 1835.

terbrochen, so erzeugt der Magnet in der Kupferspirale einen rückwärts gehenden elektrischen Strom, welcher sich zuweilen sogar durch einen Funken äufsert. Die zahlreichsten Beobachtungen hierüber haben die in Göttingen befindlichen *Magnetometer*[1] veranlafst. Ist nämlich ein starker Magnet in einem Multiplicator aufgehangen, dessen Enden oder die an diesen festgelötheten Drähte einen geschlossenen Kreis bilden, und wird er dann in Schwingungen versetzt, so mufs bei jedem Aus- und Eintritte in die Windungen des Multiplicators eine ähnliche elektrische Erregung entstehn, als wenn man den Magnet in Faraday's eben beschriebenen hohlen, mit isolirendem Drahte umwundenen Cylinder schiebt oder ihn daraus herauszieht, mit dem aufserwesentlichen Unterschiede, dafs diese letztere Bewegung schnell ist, die Schwingungen aber nur langsam wechseln. Die Reaction, welche der erzeugte elektrische Strom auf den ihn erzeugenden schwingenden Magnetstab ausübt, mufs die Schwingungen desselben verzögern, wie dieses aus eigends deswegen angestellten Messungen deutlich hervorgeht; auch ergiebt sich die Thatsache selbst aus vielen Beobachtungen, wonach alle in ihren Multiplicatoren aufgehangene Magnetstäbe gleichzeitig zu oscilliren beginnen, sobald als einer derselben in Schwingungen versetzt wird, vorausgesetzt dafs der sie verbindende leitende Draht einen geschlossenen Kreis bildet.

Am meisten war man begierig, einen elektrischen Funken vermittelst gewöhnlicher Magnete zu erzeugen. Faraday bemerkte gleich anfangs, dafs er einen solchen Funken, obgleich nur mit Mühe, erzeugt habe, und Capt. Kater hob diesen Umstand in seinem oben erwähnten Briefe an mich als besonders merkwürdig hervor. Die Bewegungen der astatischen Magnetnadeln mittelst des Multiplicators liefsen zwar in Gemäfsheit sonstiger bekannter Erscheinungen nicht füglich auf etwas anderes, als strömende Elektricität schliefsen, es blieb

---

1 Magnetometer nennt Gauss die grofsen magnetisirten Stahlstäbe, welche bestimmt sind, sowohl die periodischen Veränderungen des tellurischen Magnetismus, als auch die absolute Intensität desselben zu messen, und die daher diesen Namen mit gröfserem Rechte verdienen, als die oben im Art. *Magnet* beschriebenen Apparate. S. Gauss in Schumacher's Jahrbuch für 1836. S. 28 ff.

r immer noch ein gewisser dunkler Zweifel, ob nicht Ma-
tismus direct auf diese Nadeln wirke. Dafs dieses nicht
Fall sey, geht zwar schon aus dem Umstande hervor, dafs
Drähte, womit die beiden beschriebenen Apparate und der
ter des Magnets umwunden sind, durch dessen Abreifsen
l Anfügen die Magnetnadeln zur Abweichung gebracht wer-
i, mit Seide umwickelt, mithin elektrisch isolirt seyn müs-
, obgleich der Magnetismus einer solchen Isolirung nicht
arf, auch kann man sich noch näher von einer solchen
handenen, ganz eigentlich elektrischen Strömung dadurch
rzeugen, dafs bei dem zweiten beschriebenen Apparate,
ı Cylinder von Pappe, die Wirkung auf die Magnetnadeln
bleibt, sobald die fortgeführten, nicht mit Seide umwickel-
Enden des um den Cylinder gewundenen Drahtes sich ir-
dwo unmittelbar berühren; dennoch aber war das Streben
h der Erzeugung eines elektrischen Funkens sehr natürlich,
l dadurch ein auffallender und unmittelbarer Beweis von
klicher Erzeugung der Elektricität durch einen gemeinen
gnet gegeben wurde, abgesehn davon, dafs die Eigen-
iaften eines solchen Funkens und seine Identität mit denen,
auf sonstige Weise hervorgerufen werden, also die Gleich-
ḡkeit der Magneto-Elektricität mit Reibungs- und Berüh-
gs-Elektricität, hierdurch am besten dargethan werden
nte. Durch frühere Versuche war bereits bewiesen, dafs
Elektromagnete (durch einen umwickelten Rheophor ma-
isch gemachtes weiches Eisen oder sogenannte temporäre
;nete) den bleibenden oder gemeinen Magneten rücksicht-
ihrer Wirkung vollkommen gleich seyen; gleichzeitig mit
ADAY's Entdeckung oder ihr unmittelbar vorausgehend war
, insbesondere durch die Versuche von HENRY, MOLL, STUR-
N und andere, aufgefunden worden, dafs durch zahlreiche Um-
celungen von dickem Drahte um gröfsere hufeisenförmige
nmassen selbst vermittelst kleiner Elemente der Volta'-
n Kette ausnehmend starke Magnete erzeugt würden, und
man solcher für die magnetoelektrischen Erscheinungen
rf, so mufste man hiernach geneigt seyn, sich deren vor-
weise zu bedienen, wie dieses auch durch FARADAY bei
m ersten Versuchen geschah. Inzwischen wurde die Auf-
ksamkeit wieder auf die Mittel gerichtet, gemeine Magnete
grofser Stärke zu verfertigen; man glaubte neue Erfah-

rungen hierüber gemacht zu haben, und sogar der Dr. Kem erregte an verschiedenen Orten deswegen ein unverdientes Aufsehen[1], weil dasjenige, was frühere Forscher hierin bereits geleistet hatten, wieder in Vergessenheit gerathen war, wie oben[2] durch v. Horner richtig bemerkt worden ist. Gegenwärtig bedient man sich beider Arten von Magneten willkürlich, je nachdem die eine oder die andere zweckmäßiger ist.

Alle die verschiedenen magnetoelektrischen Funkenapparate zu beschreiben würde überflüssig seyn und es wird daher genügen, nur die vorzüglichsten derselben namhaft zu machen. Die Vorrichtung, deren sich Faraday bediente, mag nur des geschichtlichen Interesses wegen genannt werden. Sie bestand aus einem starken Elektromagnete, dessen Anker mit übersponnenem Kupferdrahte vielmal umwunden war, und der elektrische Funke zeigte sich, wenn man das eine Ende des letztern in Quecksilber einsenkte, das andere der Oberfläche des Quecksilbers sehr nahe hielt, in dem Augenblicke, wo der Anker geschlossen oder abgerissen wurde. Es war etwas mühsam und erforderte große Geschicklichkeit, das eine Ende des Drahtes der Quecksilberfläche so nahe zu bringen, als hierzu erfordert wurde, oder noch mehr, beide in dem nämlichen Augenblicke zur Berührung zu bringen oder von einander zu trennen, wenn das Schließen oder das Abreißen des Ankers statt fand, in welchem Falle der Funke noch leichter zum Vorschein kam. Der Apparat, womit Nobili und Antinori ihre erwähnten Versuche anstellten, verdient daher den Vorzug[3]. Kurz beschrieben fanden sich an dem umwundenen Anker eines gemeinen Magnetes ein Paar federnde Läppchen von Metall, welche dazu dienten, die beiden Enden des Drahtes in dem nämlichen Augenblicke zur Berührung zu bringen, in welchem der Anker an die Schenkel des Magnets schlug oder von ihnen losgerissen wurde. Baumgartner verbesserte diesen Apparat und man hat diese Construction

1 Bulletin. de l'Acad. R. des Sc. et Bell. Lett. de Bruxelles 1832. Oct. N. 7. und Hachette in Bullet. de la Soc. Philom. Dec. 1832.

2 S. *Magnetismus*. Abschn. XV.

3 In der Antologia a. a. O.

4 Zeitschrift für Physik u. s. w. Th. I. S. 275. Hier findet man eine Beschreibung der sämmtlichen, bis dahin bekannten Apparate.

tdem fast allgemein beibehalten, indem bloſs die Art des
reiſsens des Ankers und die eigenthümlichen Vorrichtungen
Bewirkung des gleichzeitigen Anschlagens der Drahtenden
ändert wurden. Dal Negro[1] legte mehrere Spiralen von
pferdraht horizontal auf ein Bret und schob dann die zu-
örigen Magnete, die auf einem kleinen Wagen ruhten, in
e Windungen hinein, wodurch sowohl beim Hineinschie-
als auch beim Herausziehen jedesmal ein Funke zum Vor-
ein kam, der sich bei rascher Bewegung schnell wieder-
e. Auch der Apparat, dessen sich Forbes[2] zu seinen
n erwähnten Versuchen bediente, war zweckmäſsig con-
irt und hauptsächlich auch deswegen bequem, weil dabei
echselnd Magnete von verschiedener Stärke angewandt wer-
konnten und man der Mühe, das eine Ende des um-
denen Kupferdrahtes mit der Hand zu halten, dabei nicht
ufte.

Ist es bloſs darauf abgesehn, jederzeit mit Leichtigkeit,
ell und ohne sonstige bedeutende Vorrichtungen einen
netoelektrischen Funken zu erhalten, so eignet sich dazu
besten derjenige Apparat, welchen Strehlke[3] und, über-
immend mit diesem, Faraday[4] angegeben haben und den
in verschiedener Gröſse, selbst für Privatpersonen und
er reich dotirte Cabinette geeignet, durch J. V. Albert
ankfurt verfertigt zu 20 bis 40 Fl. im Preise bequem ha-
kann. Auf einem Brete AB ruht ein anderes CD und Fig.
f demselben in Nuten verschiebbar. Auf dem erstern ist 225.
eine Unterlage E befestigt, auf welcher der Anker des
ets, ein Parallelepipedon von Eisen, vermittelst zweier
uben a und b (wovon nur die erstere sichtbar ist) festge-
wird. Zwischen den beiden messingenen Blechen $\alpha\beta$
δ, die über den Anker geschoben sind, ist letzterer mit
onnenem Kupferdrahte vielmal umwunden. Die Enden
Drahtes werden zwischen den umgeschlagenen Enden
treifen von Messing, welche auf dem vorspringenden

Annali delle Scienze del Regno Lombardo-Veneto. Daraus in
niv. T. XLIX. p. 377.
A. o. a. O. Vergl. Lond. and Edinb. Phil. Mag. No. 1.

Poggendorff's Ann. XXV. 186.
Ebend. Aus Phil. Mag. N. S. T. II. p. 401.
Id.

Träger $\varepsilon\zeta$ lothrecht aufgerichtet und dann rechtwinklig um-
gebogen sind, festgehalten. Das eine Ende des Drahtes trägt
eine kleine runde Kupferscheibe μ, das andere ist rechtwinklig
umgebogen, so daſs seine Spitze ν die Mitte der Scheibe be-
rührt. Beide, sowohl die Scheibe, als auch die Drahtspitze
werden mit salpetersaurer Quecksilbersolution oder, wenn
dieses einmal geschehn ist, mit ein wenig Quecksilber amal-
gamirt[1], auch dient das Schräubchen s, die Halter beide
durch Anziehn einander mehr zu nähern. Auf dem verschieb-
baren Brete ist zwischen zwei verticalen Bretchen P, Q
einem horizontalen R der auf einer Unterlage ruhende Ma-
gnet vermittelst der Schraube n festgeschraubt. Der Magnet
besteht aus fünf über einander liegenden Hufeisen, die durch
die messingnen Bänder f, g, h zusammengehalten werden
wovon das mittelste Hufeisen etwas hervorsteht. Das mes-
singne Band h hat hinten ein festgeschraubtes Stück Messing
mit einem Loche, um einen Haken oder ein Band durch-
ziehn und beim Abreiſsen des Magnets von seinem Anker
eine gröſsere Gewalt anzuwenden. Wird dann der Magnet
auf dem verschiebbaren Brete gegen den Anker gestoſsen
schnell davon losgerissen, so federt in diesem nämlichen Au-
genblicke die Spitze ν des Drahtes, trennt sich von der Ku-
pferscheibe, die es im Zustande der Ruhe berührt, und zwi-
schen beiden zeigt sich der elektrische Funke.

Mit allen diesen und ähnlichen Apparaten können
einzelne Funken erzeugt werden, die man zwar sofort als ei-
gentliche elektrische erkennt, allein es lassen sich mit ihnen
nicht alle Wirkungen der auf andere Weise hervorgebrachten
Elektricität, namentlich die chemischen nicht, hervorbringen,
und man war daher bedacht, die Zahl der schnell auf ein-
der folgenden Funken zu vermehren oder wo möglich einen
ununterbrochenen elektrischen Strom zu erhalten. Es

---

1 Das Aufschütten weniger Tropfen Quecksilber ist bei elektri-
schen Experimenten oft erforderlich, zieht aber leicht ein Verschütten
nach sich. Das beste Verfahren ist eine etwas weite Glasröhre
in eine Spitze auszuziehn, in diese ein unten spitziges, mit Seide um-
wundenes Stäbchen zu schieben und Quecksilber hineinzugieſsen, wo-
von man ein beliebig kleines oder gröſseres Tröpfchen durch Heben
des Stäbchens aus der Spitze auslaufen lassen und an die erforderli-
che Stelle bringen kann.

at, welcher der Lösung dieser Aufgabe mindestens näher omt und vielleicht durch einige Verbesserungen noch mehr vollkommnet werden könnte, ist durch Ritchie[1] angegeben :den. Ein hufeisenförmiger Magnet ist vertical gestellt auf einem ken Brete befestigt und der zugehörige Anker AB an dem tern Hebelarme D befestigt, welcher, in C beweglich, längern Arme E niedergedrückt oder herabgestofsen wird, den Anker vom Magnete abzureifsen. Der Anker ist mit sponnenem Kupferdrahte gehörig umwunden, dessen Enm und n in die Gefäſse H und K herabgehn, die aufserdurch den Draht α mit einander verbunden sind. Das iſs H ist soweit mit Quecksilber gefüllt, dafs die Spitzen er Drähte darin eintauchen und auch das Ende des Drahn bei der sogleich zu beschreibenden Bewegung nicht herezogen wird, das andere Gefäſs K ist aber oben mit einem tel geschlossen, um es von unten mit Knallgas zu füllen dieses durch den erzeugten elektrischen Funken zu entlen[2]. Beim Aufliegen des Ankers berührt die Spitze des ites n das etwas abgeplattete Ende des Drahtes α, welche e amalgamirt sind, wenn aber der Anker durch einen Stofs len Hebelarm E abgerissen wird, so trennen sie sich gleich- ; und der Funke kommt zwischen ihnen zum Vorschein. Draht n ist im Deckel des Gefäſses K soweit luftdicht hiebbar, als erfordert wird, damit das Knallgas aus demn nicht entweicht, was jedoch kein genaues Schlieſsen daher auch keine grofse Reibung erfordert. Fig. 226.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1832, zu der nämli- Zeit, als Pixii mit der Construction seines sogleich nä- n beschreibenden Apparates beschäftigt war, oder wohl etwas früher, liefs auch Ritchie[3] eine Vorrichtung her-, vermittelst deren er schnell auf einander folgende Funn erhalten vermochte. Auf einem Brete AB ist ein ge- r Stahlmagnet M vertical aufgerichtet und hinlänglich be- Fig. 227.

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XX. p. 105. Abgekürzt in d. Ann. XXXII. 541.

2 Nach der überhaupt nur rohen Originalzeichnung hängen die am Anker; ich habe aber dieses und einiges andere abge-

3 Phil. Trans. 1833. P. II. p. 313.

festigt. Durch die zwei starken Säulen C und D, die mit den Schenkeln des Magnets in einer verticalen Ebene liegen, geht eine hölzerne, vermittelst einer Handhabe drehbare Axe, an welcher die beiden hölzernen Scheiben ab und cd festsitzen. Durch die beiden hölzernen Scheiben sind vier Cylinder von weichem Eisen so gesteckt, dafs sie beim Umdrehen der Axe mit den Schenkeln des Magnets fast zur Berührung kommen oder so nahe, wie möglich, über sie hingleiten. Die Cy- der sind mit isolirten Streifen Kupferblech oder mit umspon- nenem Kupferdraht umwickelt und von jeder dieser Umwick- lungen, deren zwei bei r und r′ in der Zeichnung sicht- sind, gehn die entsprechenden Enden durch die hölzerne Sch- be cd bis zur Kupferscheibe ef, so dafs sie bei stattfinde- Drehung geprefst über dieser hingleiten. Sowohl die En- dieser vier Drähte, als auch die Kupferscheibe sind der l- tenden Berührung wegen amalgamirt. Die andern Enden Drähte sind durch die Axe geführt, wie aus der Figur er- lich ist, umgebogen und pressen auf gleiche Weise gegen kupfernen, gleichfalls nebst den ihm zugehörigen Draht- amalgamirten Ringsector gh. Solche Sectoren von amalga- tem Kupferblech, die mit andern von Holz, Elfenbein Glas wechseln und also neben einander liegend eine Scheibe bilden, sind sehr geeignet, die elektrische Le- schnell abwechselnd zu unterbrechen und wieder herzus- was bei magnetoelektrischen Versuchen oft erfordert Von diesem sowohl, als auch von der Kupferscheibe geh- gelöthete Drähte in zwei kleine Gefäfse mit Quecksilber ab, durch welche demnach die Verbindung zwischen den ander zugehörigen je vier Kupferdrähten hergestellt kann. Wird die Scheibe vermittelst der Axe schnell dreht, so wird jeder Anker im Augenblicke der Ber- oder Annäherung des Magnets M magnetoelektrisch erre- theilt die hierdurch erzeugte Elektricität der Kupferscheibe dem Ringsector, vermittelst dieser aber dem Quecksil- den beiden Gefäfsen mit. Bei der Trennung der Anker den Schenkeln des Magnets wird die entgegengesetzte Ele- cität hervorgerufen, dadurch aber der elektrische Strom mal umgekehrt, so dafs nur wechselnde Funken zum Vor-

1 Vergl. unten *Blitzrad* u. *Commutator*.

nen können, was namentlich ihre chemischen Wirkungen
utend hindert; ehe jedoch die Trennung erfolgt, ist schon
Draht von dem Ringsector abgeglitten und die entgegen-
zten Funken kommen daher nicht zum Vorschein, viel-
kommt unmittelbar nach dem Abgleiten des einen Draht-
s vom Ringsector schon das folgende mit dem ihm zuge-
en in Berührung, so dafs die elektrische Strömung nach
nämlichen Richtung fast ohne Unterbrechung fortdauert.
Galvanometer-Nadel wird hierdurch in steter Ablenkung
ten, auch kann man dadurch einen Draht um einen Ma-
zum Rotiren bringen. Befestigt man bei gh eine aus-
nach Art einer Säge eingeschnittene Kupferscheibe, so
die zugehörigen Drahtenden abwechselnd mit diesen Zäh-
n Berührung kommen, und verbindet man diese Scheibe
er gegenüberstehenden ef leitend, so kommen auf nahe
Quadranten rasch folgende elektrische Funken zum Vor-
, deren Zahl sich noch vermehren liefse, wenn man
Magnete statt eines wählte.

Es scheint mir, als ob dieser Apparat, mit gehörigem
Weifse und in grofsem Mafsstabe ausgeführt, vor allen an-
bisher angegebenen den Vorzug haben könnte; inzwi-
unterliegt es keinem Zweifel, dafs die von Pixii nach
nach in verschiedener Gröfse verfertigten bis jetzt am mei-
geleistet haben. Mir sind von demselben nur unvoll-
ge Zeichnungen bekannt, auch läfst er sich nicht leicht
enügender Deutlichkeit darstellen; inzwischen habe ich
re Exemplare desselben gesehen, den gröfsten im *Con-
oire des Arts,* und Dulong hatte die zuvorkommende
mir die damals (Ostern 1833) noch nicht allgemein be-
n Erscheinungen, die sich mittelst desselben hervorbrin-
ssen, zu zeigen. Der erste Apparat von Pixii[1] war
einem kleinern Mafsstabe ausgeführt, jedoch hatte er
esentlichen die nämliche Einrichtung, als die späteren
n, und eine Zeichnung, wenn gleich nicht in allen Stü-
ausgeführt, genügt leicht, um eine Vorstellung davon zu
en. Ein Magnet M von 210 mm (7,75 Z.) Höhe, 35 mm Fig.
in.) Breite und 10 mm (4,5 Lin.) Dicke ist mit aufwärts 228.
teten Schenkeln auf einem drehbaren Gestelle stark be-

1 Ann. Chim. Phys. T. L. p. 322.

festigt. Ueber seinen 20 mm (9 Lin.) von einander abstehenden Schenkeln ist ein Hufeisen E von weichem Eisen, 15 mm (7 Lin.) im Durchmesser haltend und 80 mm (3 Zoll) hoch, an einem eigenen Gestelle unbeweglich angeschraubt. Auf die runden Schenkel des Hufeisens sind unten auf jeden ein hohler Cylinder von dünnem Messingblech, mit zwei am obern und untern Ende befindlichen vorstehenden Scheiben über etwas untergelegten Taffent, so geschoben, dafs die untern Scheiben mit der Fläche des Eisens fast in einer Ebene
Fig. 229. liegen. Die Zeichnung stellt diese Hülsen nebst ihrer Umwickelung dar, und sie sind deswegen sehr bequem, weil man eine Menge Drahtwindungen über einander legen kann, ohne dafs sie herabgleiten; auch lassen sich die Hülsen abnehmen, zu sonstigen Zwecken gebrauchen und mit andern vertauschen, jedoch wird die Intensität der Wirkung nach den Untersuchungen von Lenz nicht sowohl durch den gröfsern Abstand vom Eisen (wegen der zwischenliegenden Hülse), als vielmehr durch die gröfsere Länge der Drahtwindungen unmerklich geschwächt. Die äufsersten Enden des mit Seide übersponnenen Kupferdrahtes, dessen eine Hälfte um die eine Hülse, dann ohne Unterbrechung die andere um die andere Hülse in der nämlichen Richtung gewickelt werden mufs, nachdem sie der bessern Leitung wegen auf die bekannte Weise amalgamirt worden sind, werden einer blanken Quecksilberfläche möglichst nahe gehalten oder das eine Ende wird in das Metall eingetaucht, das andere seiner Oberfläche sehr nahe gebracht. Wird dann der Magnet vermittelst eines Getriebes, worin ein Rad mit einer Kurbel eingreift, in schnelle Drehung um seine verticale Axe gesetzt, so gleiten seine Schenkel sehr nahe, fast berührend, unter den Endflächen des Hufeisens hin und rufen in diesem den Magnetismus hervor, welcher einen elektrischen Strom in dem umgewundenen Kupferdrahte erzeugt, der in einem elektrischen Funken von einem Ende an das andere überspringt.

Der bei dieser ersten Maschine in Anwendung gebrachte Magnet wog 2 Kilogr. und zog 15 Kilogr., die Länge des Kupferdrahtes aber war 50 Meter und sein Gewicht nur ½ Pfund. Pixii führte indefs sehr bald andere Exemplare in gröfserem Mafsstabe aus, namentlich den Apparat, womit Hachette die Zersetzung der Wassers bewirkte

gte[1]. Hierbei bestand der Magnet aus zwei Schienen,
ı jede 25 ℔. trug und die zusammen 8 ℔. wogen. Das
isen war cylindrisch, sein Querschnitt betrug 40 mm
Z.), seine Höhe 200 mm (7,4 Z.), die Centra seiner End-
en standen 110 mm (4 Z.) von einander ab und der um-
ndene, besponnene Kupferdraht von 4 ℔. Gewicht hatte
Länge von 400 Meter (1233 F.). Der Magnet machte
Jmdrehungen in einer Secunde und die Menge des zer-
n Wassers war der Schnelligkeit der Umdrehungen pro-
onal. Einen noch gröſsern Apparat, wofür Pixii vom In-
e eine goldene Medaille, 300 Francs an Werth, erhielt,
tzte Ampère zu seinen Versuchen[2]. Der dazu gehörige
et besteht auf fünf über einander liegenden Theilen, die
n Enden durch einen Schuh von weichem Eisen so ver-
en sind, wie man aus der Zeichnung ersieht, worin Fig.
, c, d, e die von der Seite gesehenen fünf vereinigten 230.
ete bezeichnen. Die Tragkraft des Magnets ist 200 ℔.,
änge des in 4000 Windungen umgewundenen überspon-
n Kupferdrahtes beträgt 1000 Meter (3078 F.) und in eben
m Verhältnisse sind auch die übrigen Theile vergröſsert.
vermittelst desselben erhaltenen Wirkungen waren 1) ein
: Strom lebhafter Funken; 2) starke Erschütterungen;
lt man die Hände in ein Gefäſs, welches mit gesäuertem
er gefüllt war, worin die Drahtenden tauchten, so ver-
e man Erstarrung und unwillkürliche Bewegung der Fin-
4) die Goldblättchen eines am Volta'schen Condensator
rachten Elektrometers divergirten stark; 5) Wasser, wel-
zur bessern Leitung mit etwas Schwefelsäure versetzt war,
e mit rascher Gasentwickelung in seine Bestandtheile zer-
Dieser Apparat, im Preise von 1200 Fr., befindet sich im
ge de France, ein anderer, dessen Magnet nur die halbe
kraft hat, 700 Fr. an Werth, in der *École polytechnique*,
lritter, dessen Magnet nur den vierten Theil der Trag-
besitzt, 500 Fr. im Preise, ist Eigenthum der *École de
cine*, und von dieser Art sind bereits viele verfertigt
en, ja selbst kleinere für 180 Fr., womit jedoch die Was-
setzung nicht gelingt.

---

[1] Ann. Ch. et Phys. T. LI. p. 72.
[2] Ebend. p. 76.

Bei der Verbindung des Ankers mit dem Magnete wird die entgegengesetzte Elektricität hervorgerufen, als beim Losreifsen desselben, und hiernach müfste also jederzeit ein Wechsel des elektrischen Stroms stattfinden, wenn die Pole des gedrehten Magnetes die Schenkel des Ankers berühren und wenn sie sich wieder davon entfernen, so dafs bei der Wasserzersetzung an jedem Drahtende abwechselnd beide Gasarten zum Vorschein kommen müfsten. Es scheint jedoch, als ob das Vorübereilen der Magnetpole unter den Schenkeln des Ankers zu schnell erfolgt, auch mag wohl ein Unterschied dadurch bedingt werden, dafs keine wirkliche Berührung, mithin auch kein eigentliches Losreifsen statt findet, sondern daſs der Anker durch das schnelle Hinfahren des Magnetpols unter seinem Schenkel, ohne eigentliche Berührung, nur einseitig magnetisch disponirt wird. Allein durch das Umdrehen des Magnets um seine verticale Axe wird dem nämlichen Schenkel des Ankers zuerst der eine und dann der andere Pol genähert und es mufs durch diesen steten Wechsel auch eine Umkehrung des elektrischen Stromes erzeugt werden, mithin die Art des durch Wasserzersetzung erzeugten Gases wechseln. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, brachte man zuerst eine von Ampère angegebene Vorrichtung an, durch welche die Drähte abwechselnd in entgegengesetzte Bn mit Quecksilber tauchten. Allein bei der schnellen Bewegung wurde dieses Metall herausgeschleudert. Pixii substituirte daher amalgamirte Kupferstreifen, die mit den gleichfalls amalgamirten Drahtenden in Berührung sind, von denen bei jeder halben Drehung des Magnets je zwei durch ein abgerundetes Kupferblech zur Seite gedrückt werden und sofort durch den Druck elastischer Federn wieder zurückspringen. Indem so durch die Richtung der Drähte stets wechselt, so hebt dieser Wechsel den des elektrischen Stromes auf; der Mechanismus ist sehr zweckmäfsig, erzeugt jedoch ein unangenehmes Klappern. Auf diese Weise wurden die beiden Gase an jedem Drahtende abgesondert erhalten, auch ging unter übrigens gleichen Bedingungen die Wasserzersetzung schneller vor sich, hingegen war für die andern Erscheinungen, als Funken, Erschütterung u. s. w., kein Unterschied wahrnehmbar.

Aus den mitgetheilten Beschreibungen der bekannten magnetoelektrischen Apparate kann im Allgemeinen entnommen

erden, was man durch dieselben zu erreichen wünschte, nämh durch Schliefsung und Trennung des Ankers eines starn Magnetes schnell auf einander folgende starke elektrische mken, bis zum Uebergange zu einem eigentlichen elektrihen Strome, zu erlangen. Schwerlich wird man sich mit den s jetzt ausgeführten begnügen, um so weniger, als die stärken derselben, die von Pixii verfertigten, theuer sind (300 s 1200 Francs) und wegen des beständig wiederholten Stoms nothwendig bald wankend werden müssen. Unter den ust noch in Vorschlag gebrachten, deren Beschreibung ich er übergehe, verdient der durch Pohl[1] ausgeführte, wobei n starker Elektromagnet die verlangte Wirkung erzeugt, vorgliche Berücksichtigung; jedoch scheint mir ein Stahlmagnet r diesen Zweck vorzüglicher zu seyn, um die Wechselwirng zwischen Magnetismus und Elektricität mehr hervorzuben. Aufserdem können noch die vorgeschlagenen Apparate n einem Ungenannten[2], von Nobili[3], von Faraday[4] für n blofsen elektrischen Funken und von Saxton[5] wenigens beiläufig erwähnt werden, deren Zahl sich ohne Zweifel ch vermehren liefse, wenn es sich anders der Mühe lohnte, e zerstreute Angaben hierüber zu sammeln. Die der Meanik vorliegende Aufgabe ist, einen beständigen oder einen nporären Magnet von vorzüglicher Stärke in schnellen Wechn mit einem Anker in Berührung zu bringen, welcher mit iem, durch Ueberspinnung mit Seide elektrisch isolirten Kuerdrahte vielmal umwunden ist, und wenn dieses durch Umehung des Magnetes oder des Ankers geschieht, wonach so die Pole stets wechseln, den hierdurch gleichfalls jedesl wechselnden elektrischen Strom umzukehren, damit an n einander genäherten Enden jenes Drahtes stets die nämlie Elektricität im elektrischen Funken erhalten werde. Für n letztern Zweck wendet man einen *Gyrotrop* oder wohl veckmäfsiger den durch Jacobi erfundenen *Commutator* an. m geeignetsten dürfte es seyn, sich eines beständigen Manets zu bedienen, diesen und den hufeisenförmigen Anker in

1 Poggend. Ann. XXXIV. 185.
2 Edinb. Phil. Magaz. No. II. p. 163.
3 Antologia di Firenze. 1833.
4 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XXIX. p. 350.
5 Turner's Elements of Chimistry. 5th ed. p. 185.

und ist erforderlich, wenn der Strom der Elektricität stets die nämliche Richtung behalten soll, ungeachtet die Elektricitäten beim Anlegen und Abreifsen des Ankers oder wenn letzterer durch Umdrehung des Magnets mit den entgegengesetzten Polen verbunden wird, jedesmal wechseln. Soll in diesem letztern Falle die Strömung der Elektricität an einer gegebenen Stelle ihres Kreises fortdauernd unverändert bleiben, z. B. da, wo die Wasserzersetzung statt findet, so mufs an einer andern eine Vorrichtung angebracht werden, die denselben in dem Augenblicke umkehrt, in welchem der angegebene Wechsel erfolgt, damit beide einander entgegengesetzte Wechsel den gleichmäfsigen Kreislauf wieder herstellen. Im Allgemeinen kann dieses nur dadurch geschehn, dafs die Richtung der die Elektricitäten zuleitenden Drähte gewechselt wird, so dafs sie bei eintretender Strömung der entgegengesetzten Elektricität diese sofort dem hierfür ausschliefslich bestimmten Leiter zuführen. Die Aufgabe hätte an sich keine Schwierigkeit, allein da bei der Erregung der Elektricität durch Induction dieser Wechsel momentan eintritt und man zur Wasserzersetzung aufserdem eine rasche Folge von Funken bedarf, so mufs die Umkehrung des Stroms ebenso schnell und gleichzeitig mit jenem Wechsel erfolgen, was dann die Aufgabe zur Construction des Gyrotrops giebt, die auf verschiedene Weise gelöst wurde. Ein solcher Gyrotrop ist daher an der beschriebenen Maschine von Pixii angebracht, einen andern hat Pohl[1] mit seinem hydroelektrischen Apparate für die hierdurch erzeugte Elektricität durch Induction verbunden u. s. w.; im Allgemeinen wählt man Bügel von Kupferdraht oder Kupferblechstreiben, welche, an ihren Enden amalgamirt, bei abwechselnder Hebung und Senkung in kleine Becher mit Quecksilber eintauchen oder mit amalgamirten Kupferstreifen zur Berührung kommen. Eine der einfachsten Vorrichtungen dieser Art ist
Fig. 233. folgende. Auf einem horizontalen Brete A B ist am einen Ende eine etliche Zoll hohe Säule oder ein Parallelepipedon C vertical aufgerichtet. Durch dieses geht ein kürzerer, etwa einen Zoll über die Oberfläche des Bretes erhobener, horizontaler Draht βn mit dem Bügel d c von Kupferdraht und einer Scheibe am Ende n, in welche oben nur etwa 3 Zähne eingeschnitten

1 Poggendorff's Ann. XXXIV. 185.

ıd. In diese greifen die Zähne des Rädchens m, welches ı dem etwa zwei Zoll über der Fläche des Bretchens horintal hinlaufenden, am andern Ende umgebogenen Drahte n befestigt ist. Dieser Draht trägt gleichfalls einen Bül ab, dessen Enden, ebenso wie die des Bügels d e, amalgairt sind. Alle vier berühren abwechselnd zu je zweien die ılgamirten Kupferbleche $\gamma\delta$ und $\varepsilon\zeta$, welche auf dem Breten an beiden Seiten und von einander getrennt befestigt ıd. Indem aber die beiden gekrümmten Enden α und β der ähte, deren Scheiben m und n mit ihren Zähnen in einanr greifen, in kleinen Bechern mit Quecksilber oder auf amalmirten Kupferblechen ruhn, die den elektrischen Strom lei-ı, so werden die Bügel dieser Drähte bei einer geringen ehung einer der gezahnten Scheiben m oder n mit ihren tgegengesetzten Enden sich heben und herabsenken, dadurch er die Richtung des elektrischen Stroms umkehren. So geht o beispielsweise der positiv elektrische Strom von dem Blee $\gamma\delta$ aus durch das niedergesenkte Ende des Bügels a und ssen Draht bis α, von hieraus aber zu dem bestimmten Apnte, von wo aus er nach β und durch das niedergesenkte de d des Bügels dieses Drahtes zum Kupferbleche $\varepsilon\zeta$ gegt; nach einer Wendung des Gyrotrops dagegen nimmt er ı umgekehrten Weg von demselben Bleche aus durch den dergesenkten Bügel c nach dessen Drahte β, von hieraus ch den Apparat zurück nach α und dem niedergesenkten gel b. Der Strom ist also ein umgekehrter, und wenn der echsel der Elektricität mit dieser Umkehrung des Stromes ammenfällt, so heben sich beide auf und die Richtung ei-der beiden Elektricitäten bleibt stets die nämliche. Eine itere Aufgabe ist dann, beide Wechsel bei einem bestimm-Apparate zusammenfallen zu machen, die auf eine für jeı einzelnen gegebenen Fall geeignete Weise gelöst werden ſs.

Ein zweiter sinnreich construirter Apparat, welcher die lliche Vorrichtung bei Ritchie's oben erwähnter Maschine it übertrifft, ist der *Commutator*, den man jedoch mit volı Rechte gleichfalls Gyrotrop nennen könnte. Jacobi[1] in

1 Mémoire sur l'application de l'électromagnetisme au mouvent des machines par M. H. Jacobi. Potsdam 1835. p. 13.

Königsberg erfand denselben, um bei seiner Maschine, deren Zweck ist, die Anziehung eines Elektromagneten als mechanisches Mittel zu gebrauchen, den elektrischen Strom der magnetisirenden hydroelektrischen Kette durch die erzeugte Bewegung umzukehren und dadurch augenblicklich die Anziehung in Abstofsung in Folge der veränderten Polarität zu verwandeln. Da es hier nur darauf ankommt, seine allgemein Anwendbarkeit zur Umkehrung des elektrischen Stromes hervorzuheben, so genügt eine Beschreibung desselben abgesondert von derjenigen Maschine, für welche er zunächst bestimmt wurde. Fig. 234. Auf einer drehbaren Axe A befinden sich vier Scheiben von Kupfer a, b, c, d, in deren polirte Ränder zwei, drei oder vier, auch mehr, nichtleitende Stücke Buchsbaumholz, Ebenholz, Elfenbein, Knochen, Glas oder einer sonstigen schlecht leitenden und hinlänglich harten Substanz eingefügt sind. Die Ränder der Scheiben müssen dann glatt abgeschmirgelt seyn, damit die umgebogenen Enden der Kupferstreifen, die durch ihr eigenes Gewicht auf ihnen ruhn oder vermittelst einer nicht starken Feder gehörig gegen sie drücken, leicht über sie hingleiten. Die andern rechtwinklig herabgebogenen Enden dieser Streifen sind in kleine Becher mit Quecksilber herabgesenkt, mit welchem sie nach vorhergegangener Amalgamation vermittelst salpetersauren Quecksilbers in vollständig leitender Verbindung stehn. Von diesen vier Bechern sind die beiden mittlern und die beiden äufsersten durch in das Quecksilber eingesenkte Kupferdrähte leitend verbunden, jedoch kann nach den vorhandenen Bedingungen auch jede andere Verbindung derselben hergestellt oder aller leitende Zusammenhang zwischen ihnen aufgehoben seyn. Auf gleiche Weise werden in zwei derselben oder in alle vier die amalgamirten Enden derjenigen Drähte eingesenkt, durch welche der elektrische Strom geleitet werden soll, deren zwei und β in der Zeichnung sichtbar sind. Wenn dann die Scheiben vermittelst der Axe oder auf irgend eine andere Art, z. B. durch ebensolche Kupferstreifen, als die vier in der Zeichnung befindlichen, und diesen gegenüberstehende, bei elektrische Ströme aufnehmen, so werden sie diese nur durch diejenigen Kupferstreifen fortleiten, welche den metallischen Rand berühren, und wenn also die Axe umgedreht wird, so mufs jeder diese Ströme unterbrochen werden, so lange d

upferstreifen über der isolirenden Substanz hingleitet. Es achtet von selbst ein, dafs durch diese sehr zweckmäfsig sonnenen und leicht ausführbaren Mittel eine Menge Comnationen der wechselnden Leitung und Isolirung gegen sind.

Der dritte Apparat ist das *Blitzrad* des Dr. Neef. Der me dieses interessanten Apparates ist daher entnommen, dafs den elektrischen Strom in schellstem Wechsel unterbricht d seine Continuität in den kürzesten Zeitintervallen aufhebt d wieder herstellt, so wie auch der Blitz, ungeachtet der hnelligkeit seiner Bewegung, kein Continuum seyn soll. s der geometrischen und perspectivischen Zeichnung erkennt Fig. n leicht die Construction des Apparates, bei welchem eine 235. ene, horizontal auf einer verticalen Axe drehbare Kupfer- u. eibe den Haupttheil ausmacht. Der Durchmesser dieser 236. heibe beträgt 6,5 par. Zoll, ihre Dicke 1,25 bis 1,5 Lin. und e Höhe über dem Fufsbrete AB ungefähr 3 Zoll; der äusste Rand derselben ist wegen gröfserer Dauerhaftigkeit bis f etwa 2 Linien Breite ohne Einschnitt, von da an aber ist e Scheibe mit 10 Lin. (in der Richtung ihrer Halbmesser) gen und 2 bis 2,5 Lin. breiten Einschnitten versehn, die t Ebenholz, Elfenbein, Glas, Achat oder einer sonstigen ht leitenden, aber hinlänglich harten Substanz ausgefüllt l zwischen denen ebenso an Länge und Breite gestaltete eifen der Kupferscheibe stehn geblieben sind. Ein vorzüges Erfordernifs ist dann, dafs die Oberfläche der Scheibe lkommen glatt abgeschmirgelt sey, damit der Streifen Kublech abcd, welcher bei a herabgebogen die Scheibe bert, bei b rechtwinklig über den Rand der Scheibe ohne ührung desselben herabgebogen, bei c auf dem Fufsbrete zwei Schrauben befestigt und mit dem amalgamirten Ende n eine mit Quecksilber gefüllte Vertiefung t herabgesenkt während der Umdrehung der Scheibe ohne Widerstand r die wechselnden Streifen des leitenden Kupfers und der gelegten nicht leitenden Substanz hingleite. Die Axe, um che die Scheibe vermittelst des Knopfes m oder für gröe, wohl unnöthige Schnelligkeit vermittelst einer um den gesteckten hölzernen Würtel geschlungenen, durch ein Rad iebenen endlosen Schnur gedreht wird, erhält die gehörige tigkeit durch den Bügel $\alpha\beta\gamma\delta$; sie ist von Kupfer und

leitend an die Scheibe gelöthet, hat unten eine stählerne Spitze, die der geringern Reibung wegen in einer Vertiefung von Achat läuft, allein dennoch reicht der untere kupferne und amalgamirte Theil derselben in das Quecksilber herab, welches sich in der Vertiefung s befindet. Wird dann der Draht des einen Pols einer elektrischen Säule in das Quecksilber des Gefäfses s gesenkt, der des andern in dasjenige, welches sich in der Vertiefung t befindet, so ist leitende Verbindung zwischen beiden hergestellt, wenn das herabgebogene Ende a des Kupferstreifens das Kupfer der Scheibe berührt, dagegen isolirt, wenn es über einem der eingelegten Streifen ruht. Befindet sich dann ein Mensch im Kreise des Rheophors dadurch, dafs er mit nassen Fingern zwei Enden des Drahtes berührt, welcher zum Gefäfse t oder s leitet, und wird der elektrische Strom durch Umdrehung der Scheibe in mehr oder minder schnellen Wechseln unterbrochen, so entsteht auch bei einer kleinen Säule die Empfindung eines Bebens in den Gliedern, wie im Strome einer starken elektrischen Säule. Hieraus scheint zu folgen, dafs der elektrische Strom stets wellenartig fortschreitet, wie man jedoch nur bei starken Säulen wahrnimmt, und so sehe ich hierin eine Bestätigung des ... längst von mir ausgesprochenen wichtigen Satzes, dafs allgemein jede Flüssigkeit, sey sie tropfbar, elastisch oder ätherisch, sich in Undulationen bewegt, sobald sie Widerstand findet[1].

Aus dem bisher Mitgetheilten geht hervor, dafs die ... den Magnetismus des Stahls erzeugte Elektricität alle di... gen Eigenschaften und Wirkungen zeigt, wodurch sich ... Reibungs- und die Berührungselektricität kenntlich ... Nobili und Antinori wandten bei ihren ersten Versuchen präparirte Froschschenkel als feinste Elektrometer an und bewiesen dadurch, dafs das nach Faraday's Erfindung der Induction erzeugte Fluidum die nämlichen physiologischen Wirkungen äufsere, welche den Galvanismus ursprünglich ...

1 Die beiden zuletzt beschriebenen Apparate sind sehr ähnlich und es könnte wohl der eine auf die Idee des andern geführt ha... Beide Erfindungen sind jedoch unabhängig von einander gemacht wor... denn Jacobi hat die Vorrede zu seiner Schrift aus Königsberg am 2... August datirt und Neef seine Maschine schon am 16. Sept. 1835 ... zur Versammlung der Naturforscher nach Bonn genommen.

ntlich machten. Ebendieselben erhielten den elektrischen ken, jedoch nur als eine Bestätigung dessen, was Fara- bereits gesehn hatte. Nicht lange nachher gelang selbst Wasserzersetzung. Aufser den gröfsten Versuchen dieser in Paris, wovon bereits oben die Rede war, beschrieb ein s P. M. sich unterzeichnender Gelehrter in einem Briefe an aday einen Apparat, vermittelst dessen ihm die Zersetzung Wassers gelungen war, und Botto zu Turin bewirkte sie elst einer Vorrichtung, wie Nobili gleich anfangs ge- cht hatte[1]. Ebenso fand Marianini[2] die chemischen kungen der so erzeugten Elektricität durch seine Versuche ätigt, Watkins[3] aber, indem er sich eines starken Ma- s bediente und die Enden des um seinen Anker gewun- n Drahtes mit der obern und untern Fläche der Zunge erührung brachte, erzeugte durch wiederholtes Abreifsen Schliefsen des Ankers Empfindungen, die mit der Zeit r schmerzhaft wurden.

Die hier mitgetheilte Uebersicht der Thatsachen genügt, diese dem Wesen nach kennen zu lernen. So vielseitig s übrigens von verschiedenen Gelehrten bestätigt sind, so gering ist die Zahl der Versuche, das eigentliche We- derselben zu erklären. Nobili versuchte gleich anfangs, rscheinungen auf den Rotationsmagnetismus[4] zurückzu- n und eine Bestätigung sowohl, als auch eine nähere lärung des letztern darin zu finden, allein auch hiervon n wir blofs die Phänomene, keineswegs aber das We- ler Sache. Am ausführlichsten hat Sturgeon[5] über die ie dieser Erscheinungen gehandelt, inzwischen läfst sich Ansicht leicht kurz darstellen. Zuerst denkt er sich un- m Magnetismus ein feines ätherisches Fluidum, welches en Polen des magnetisirten Stahls fortwährend ausströmt, ich dieses in den *magnetischen Curven* zeigt, die jedoch vollständiger, als hier gesehn ist, bereits oben[6] be- ben und durch Figuren anschaulich gemacht worden sind. Die

---

1 Bibl. univ. T. LI. p. 21.
2 Ebend. 1832. T. III. p. 16.
3 Lond. and Ed. Phil. Mag. No. VIII. p. 152.
4 S. *Magnet.* Abschn. VII.
5 Lond. and Edinb. Phil. Mag. No. VII. 32. IX. 201. XI. 366.
6 S. *Magnet.* Abschn. XI.

magnetische Elektricität wird dann nach seiner Ansicht in al-
len Metallen und vielleicht auch in sonstigen leitenden Kör-
pern durch die Aufhebung des Gleichgewichts erzeugt, worin
sich die diesen Körpern eigenthümlich zugehörende Elektrici-
tät befindet, welche Aufhebung durch einen Stofs gegen die
von ihm sogenannten erregenden magnetisch polaren Linien,
das über die Grenze des Magnets hinaus ausströmende magne-
tische Fluidum, geschieht und wozu eine mechanische Bewe-
gung, entweder des Metalls oder des Magnets, oder beider
zusammen, erforderlich ist. STURGEON sucht dann ausführli-
cher darzuthun, dafs hierbei eine dynamische Wirkung, d
Masse und Geschwindigkeit der wirksamen Potenzen bed
statt finden müsse und dafs hieraus die Richtung der elek
schen Strömung in einem Kreise, dessen Ebene auf der
der vereinten magnetischen Ströme lothrecht ist, nothw
Fig. 237. folge. Bezeichnet a b c d einen metallenen Ring, welcher
durch Sternchen angedeuteten Durchschnitte der magneti
Ströme umgiebt, so geben die Pfeile die Richtung an, in w
cher das elektrische Fluidum durch den angegebenen m
nischen Effect sich zu bewegen gezwungen werden soll,
zwar mit der Erfahrung übereinstimmt, mir aber kein
hinlänglich bewiesen scheint und auch schwerlich überal
gethan werden kann. STURGEON scheint dieses selbst zu
len, denn er findet es höchst wahrscheinlich, dafs die
trischen Ströme nicht unmittelbar durch den Magnet
werden, sondern dafs noch ein vermittelndes Agens n
tig ist, indem vielmehr der natürliche Magnetismus de
per durch die genannten magnetischen Ströme polarisirt
und erst in diesem Zustande als unmittelbarer Erreger
Elektricität wirkt. Um dieses näher zu erläutern, t
seine Ansicht über das Wesen des Magnetisirens mit,
die Erscheinungen des Elektromagnetismus und des M
elektrismus nach gleichen Grundsätzen erklärt werden
Für das magnetische Fluidum sind die verschiedenen
auf gleiche Weise Leiter und Nichtleiter, als für das
sche; der vollendetste Nichtleiter ist harter Stahl, di
rungsfähigkeit nimmt stufenweise ab, bis zum weichen
doch mögen auch andere Metalle, in denen Magnetoel
tät erregt werden kann, namentlich das Kupfer, mind
einen sehr geringen Grad von Isolirungsfähigkeit besitzen

kten magnetischen Isolatoren sind am wenigsten geeignet, Erregung des Magnetismus durch den elektrischen Strom gestatten, welche am besten bei dem sehr leitenden wein Eisen und bei diesem am vollständigsten durch einen möge der Dicke des Rheophors vollkommenen Leiter der ktricität bewirkt wird; noch bessere Leiter sind vielleicht pfer und andere Metalle, die daher keine bleibenden magnehen Erscheinungen zeigen. Die Gleichheit der Elektricität des Magnetismus anzunehmen ist gar kein Grund vorhan-, vielmehr zeigen sich beide überall als verschieden; daen aber wird jederzeit derjenige Stoff, welcher in einen ern eindringt, der feinere seyn, und somit läfst sich den-, dafs der Magnetismus die Poren der Elektricität erfüllt, le Stoffe aber in denen des Eisens vereint sind (eine Vorstelg, wonach die beiden Potenzen aus allzu groben Stoffen ben müfsten und die deswegen unmöglich Beifall finden kann).

Die hier sehr ins Kurze gezogene Theorie scheint mir ner eigentlichen Widerlegung zu bedürfen; denn wie sehr sich auch neuerdings mehr davon entfernt, zur Erklärg der Naturerscheinungen Kräfte ohne ein materielles Subtum anzunehmen, und diesemnach geneigt seyn mufs, von m elektrischen und einem magnetischen Fluidum zu reden, können diese doch unmöglich auf eine solche einfach meische Weise wirken, als hier angenommen wird, nicht zu nken, dafs blofs von Elektricität und Magnetismus gere-wird, ohne den zum Wesen der Sache gehörigen Untered der jederzeit vorhandenen zwei Elektricitäten und Mamen nur einmal zu erwähnen. Ritchie[1] hat versucht, magnetoelektrischen Erscheinungen auf ein allgemeines Gezurückzuführen, jedoch sagt er nichts weiter, als dafs die h Faraday entdeckten Phänomene nichts anderes als die kehrten elektromagnetischen sind, eine Bemerkung, die jedem Beobachter auf den ersten Blick von selbst dart. Ist ab der Rheophor, durch welchen die Elektricität Kupfer K zum Zink Z strömt, und NS ein über ihm bekhes Stück weiches Eisen, so wird dieses durch den elekhen Strom zum Magnete werden; nimmt man aber die Fig. 238.

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. No. XIX. p. 11. Poggendorff's XXXI. 203.

Elemente der Volta'schen Kette weg und substituirt an die Stelle des Eisens einen wirklichen Magnet, so muſs durch umgekehrte Action ein elektrischer Strom im Drahte erzeugt werden. Obgleich auch die übrigen Phänomene sich auf eine solche Umkehrung zurückführen lassen, wie Ritchie gezeigt hat, so ist damit jedoch das Wesen der Sache keineswegs erklärt, so nothwendig es auch zur Begründung einer genügenden Theorie seyn würde, die eigentliche Ursache dieser Wechselwirkung zwischen Elektricität und Magnetismus nachzuweisen.

Faraday hat in seinen mehrerwähnten Abhandlungen eine auſserordentlich groſse Menge von Erscheinungen zusammengestellt, die sich sowohl vermittelst rotirender Scheiben und Kugeln nach Arago, als auch durch den Einfluſs des tellurischen Magnetismus und Anwendung gewöhnlicher Magnete unter den mannigfaltigsten Modificationen hervorrufen lassen. Dabei nimmt er an, daſs allezeit mehr oder minder starke elektrische Ströme erzeugt werden, deren Stärke der Leitungsfähigkeit der angewandten Körper proportional ist, weswegen sich auch eine rotirende Kupferscheibe wirksamer zeigt, als eine von Eisen, ungeachtet die letztere leichter magnetisch disponirt wird. Nach seinen Versuchen stehn die Metalle rücksichtlich ihres elektrischen *Leitungsvermögens* in folgender Ordnung zu einander: Kupfer, Zink, Eisen, Zinn. Auſserdem hat er die Summe der bekannt gewordenen Thatsachen auch dadurch vermehrt, daſs nach seinen Versuchen die Drahtenden, zwischen denen der magnetoelektrische Funke überspringt, eine erhöhte Temperatur erhielten, woraus der Magnetoelektricität auch Wärmeentbindung eigen ist. Vorzüglich wichtig aber ist der von ihm geführte, auf eine Menge früherer, zum Theil wiederholter und auch neu hinzugefügter Versuche gestützte Beweis, daſs die durch Reibung und Berührung, durch Temperaturerhöhung, durch den Magnetismus und selbst die durch die merkwürdigen Organe gewisser Fische erzeugte Elektricitäten dem Wesen nach identisch sind und sich bloſs durch gewisse Modificationen, die auf mitwirkenden Bedingungen beruhen, von einander unterscheiden. Die durch diese verschiedenen Mittel erzeugten Elektricitäten haben insgesammt die nämlichen Wirkungen, die jedoch hauptsächlich durch die ungleiche Gröſse der Spannung und der

n sehr bedeutenden Unterschied der vorhandenen Quantität schieden bedingt werden; unter allen aber ist die *Thermo-elektricität* nach den bis jetzt bekannten Thatsachen bei weitem die schwächste und ihre Gleichheit mit den durch sonstige Mittel hervorgerufenen Elektricitäten läfst sich daher am schwersten darthun.

Bei allem diesen ist die eigentliche Hauptaufgabe, worauf es vorzüglich ankommt, nämlich wie die Wechselwirkung zwischen Elektricität und Magnetismus aus dem eigentlichen Wesen dieser beiden Flüssigkeiten nothwendig folge, keineswegs durch Faraday genügend gelöst worden. Zwar redet derselbe von den Strömen des elektrischen Fluidums und weist sogar an den chemischen Wirkungen desselben nach, dafs die vorhandene Menge mit der Zahl der Atome in den zerlegten Substanzen in einem genauen Verhältnisse stehe; auch läfst sich im Ganzen nicht verkennen, dafs nach seiner Ansicht ein eigenthümliches Fluidum hierbei als wirksam anzunehmen sey; doch aber ist er vorsichtig genug, diese Behauptung nicht als eine unbestreitbare aufzustellen, vielmehr läfst er es ausdrücklich unentschieden, ob dieses Fluidum durch seine selbstständige Existenz oder durch seine Bewegung sich wirksam zeige oder obwohl gar alle diese Wirkungen nur auf einer eigenthümlichen Bewegung der Molecülen der hierbei in Conflict kommenden Körper beruhe. Auf jeden Fall findet ein Fortschreiten des hierbei thätigen Agens, also ein Strömen der Elektricität, oder, was dasselbe ist, es finden elektrische Strömungen statt, die namentlich bei den Aeufserungen des Magnetoelektrismus durch den Magnet erzeugt werden; aber auch hier läfst Faraday im Dunkeln, ob diese elektrischen Ströme zugleich magnetische und mit diesen identisch sind, denn obgleich er der Theorie Ampère's gelegentlich grofses Lob spendet, so sagt er doch nirgends ausdrücklich, dafs das magnetische Fluidum den leitenden Draht durchströme, vielmehr unterscheidet er stets den *erregenden Magnetismus* von den *erregten elektrischen* Strömen und bemerkt ausdrücklich, dafs die letztern selbst dann, wenn sie durch Magnetismus erregt sind, den bekannten Gesetzen der Isolirung unterliegen, was bekanntlich beim Magnetismus nicht statt findet.

Lenz[1] hat die vorliegende Frage zwar gleichfalls unbe-

[1] Poggendorff's Ann. XXXIV. 385 ff.

antwortet gelassen und auch nicht zu beantworten beabsichtigt, allein seine schätzbaren Versuche haben einige der wichtigsten Probleme aus dem Gebiete des Magnetoelektrismus so vollständig aufgeklärt, dafs die erhaltenen Resultate hier nothwendig erwähnt werden müssen. Als das Mafs der durch den Magnetismus erzeugten Kraft dienten ihm die Abweichungswinkel einer Nobili'schen Nadel in einer Multiplicatorschleife, und indem er zugleich den Widerstand, welchen der elektrische Strom sowohl in den Schraubenwindungen des Ankers als auch in den fortleitenden Drähten und in denen, die den Multiplicator bilden, nach den durch Ohm und Fechner [...] gefundenen Gesetzen erleidet[1], berücksichtigte, gelangte er [...] dem Resultate, *„dafs sich die elektromotorische Kraft, [...] „che der Magnet in der Spirale erregt, bei gleicher Gr[...] „der Windungen und bei gleicher Dicke und gleicher S[...] „stanz des Drahtes direct wie die Anzahl der Windungen „verhalte.“* Nicht minder wichtig ist ein zweites von [...] aufgefundenes Gesetz, wonach *„die elektromagnetische Kraft, „welche der Magnetismus in der den Anker umgebenden Spi„rale erzeugt, bei jeder Gröfse der Windungen dieselbe [...]* Dieses stimmt genau mit dem überein, was bereits über [...] Verhalten des Elektromagnetismus bekannt war[2]. Auch [...] den magnetoelektrischen Windungen bietet der umschlie[...] Draht der Einwirkung des Magnetismus eine im geraden [...] hältnisse seines Durchmessers zunehmende gröfsere Läng[e] und da sein Abstand vom Anker im gleichen Verh[ältnisse] wächst, so mufs die magnetoelektrische Wirkung auf [...] einzelne Element der Windung dem Abstande vom Anker [pro]portional abnehmen, und es mufs also auf gleiche Weise [...] dieses in Beziehung auf den Rheophor dargethan ist, die [...] des den Anker umgebenden Fluidums dem Quadrate der [Ent]fernung proportional abnehmen. Dafs übrigens die Wirk[sam]keit der Windungen mit ihrer Gröfse abnehme, folgt von [...] aus dem der Drahtlänge proportionalen Widerstande, welch[en] der elektrische Strom erleidet. Dafs dickere Drähte zur [Er]zeugung magnetoelektrischer Wirkungen geeigneter sind, w[eifs] man bereits aus vielfachen Erfahrungen; Lenz hat jedoch [...]

1 Vergl. *Multiplicator.*
2 S. *Elektromagnetismus.* Bd. III. S. 521.

rüber bestehende Gesetz genauer festgestellt, indem er fand, ſs *die durch den Magnet in dem umwundenen Drahte rvorgerufene elektromotorische Kraft bei jeder Dicke desben gleich oder von ihr unabhängig sey,*" daſs somit größere Wirksamkeit der dickern Drähte auf der Verderung des Leitungswiderstandes beruhe, welche ihrer ke direct proportional ist [1]. Endlich ist auch durch dieser speciellen Frage gewidmete Reihe von Versuchen oben erwähnte, durch Faraday bereits aufgefundene etz bestätigt worden, „*daſs die elektromotorische Kraft, welder Magnet in Spiralen aus Drähten von verschiedenen bstanzen, die sich übrigens unter den nämlichen Bedingen befinden, erregt, für alle vollkommen gleich sey.*" Versuche wurden zwar nur mit Spiralen von Kupfer, EiPlatin und Messing angestellt, da aber die erhaltenen Rete genau mit denen übereinstimmen, welche Faraday für fer, Zink, Eisen, Zinn und Blei auffand, so läſst sich das tz wohl als allgemein bestehend annehmen. Lenz hat gens die *Leitungsfähigkeit* der von ihm untersuchten Meauf die des Kupfers als Einheit reducirt und sie für Ei= 0,27321, für Platin = 0,18370 und für Messing ,32106 gefunden. Hieraus folgt also, daſs man mit beErfolge Kupfer in Anwendung bringen kann; Silber e noch vorzüglicher seyn, wenn nicht seine Kostbarkeit Vege stände. Aus der mit der Länge des um den Anker ndenen Drahtes zunehmenden Gröſse des Widerstandes, en der elektrische Strom zu überwinden hat, folgt unbar, daſs man zur Erzeugung des gröſsten Effectes die der über einander liegenden Windungen nicht über eine se Grenze hinaus vermehren dürfe, und es findet also in r Beziehung das nämliche Verhalten statt, was sich bei rockneu elektrischen Säulen zeigt, deren Wirksamkeit anmit der Vermehrung der Plattenpaare wächst, dann aber Maximum gelangt, wieder abnimmt und bei 20000 Páanz aufhört.

So weit sind also die Erscheinungen und Gesetze des Maelektrismus bekannt. Sollte die nächste Zukunft noch

---

[1] Gauss hat durch seine Versuche das Verhältniſs des Wideres zur Länge und Dicke der Leitungdrähte aufgefunden. S. *Telh, elektrischer.*

nähere Aufklärungen darbieten, so lassen sich diese bei der Betrachtung des *Thermomagnetismus* nachholen, da es jetzt erwiesen ist, dafs das Verhalten der Elektricität, durch welche Ursachen dieselbe auch in Thätigkeit gesetzt werde, stets den nämlichen Gesetzen unterliegt. *M.*

Magnium.

Magnesium; *Talcium*, *Magnesium*; Magnésium; *Magnesium*.

Das Metall der Bittererde, zuerst von H. Davy, dann in gröfserer Menge von Bussy dargestellt. Silberweifs, sehr dehnbar, bei mäfsiger Hitze schmelzbar, schwerer als Wasser. Es verbrennt, an der Luft erhitzt, mit lebhaftem Funkensprühen; aus dem Wasser entwickelt es blofs in der Siedhitze oder bei Gegenwart von Säuren Wasserstoffgas.

Seine Verbindung mit Sauerstoff (12 Magnium auf 8 Sauerstoff) ist die *Bittererde*, *Talkerde*, *Magnesia*, durch Glühen der kohlensauren Bittererde zu erhalten. Zartes weifses Pulver von 3,200 spec. Gew., nur in Sauerstoffgasgebläse schmelzbar, geschmacklos, aber auf einige Pflanzenfarben schwach alkalisch reagirend. Sie hat ein weifses Hydrat, welches auch natürlich vorkommt, und bildet mit den Säuren Salze, welche, wenn sie löslich sind, bitter schmecken, vollständig durch Kali, sowie durch phosphorsaures Ammoniak mit Überschufs der Basis, unvollständig durch Ammoniak und durch einfach kohlensaures Kali, gar nicht in der Kälte durch doppeltkohlensaures Kali und kleesaure Alkalien gefällt werden. Die wichtigsten Bittersalze sind folgende: *Kohlensaure Bittererde*, im einfachsauren Zustande den *Magnesit*, im basischen und gewässerten die *Magnesia alba* bildend. Der Boracit ist *boraxsaure Bittererde*. Die *schwefelsaure Bittererde* krystallisirt in wasserhaltenden rhombischen Säulen als Bittersalz. Die *salzsaure* und *salpetersaure Bittererde* krystallisiren schwierig in sehr zerfliefslichen Modeln. *Basisch-phosphorsaures Bittererde-Ammoniak* bildet mehrere thierische Concretionen, besonders Harnsteine. *Kohlensaurer Bittererde-Kalk* kommt in der Natur reichlich als *Bitterspath*, *Dolomit* u. s. w. vor. *G.*

Mangan.

Braunsteinmetall, Magnesium; *Manga-um*; Manganèse; *Manganese.*

Von Pott, Kaim, Winterl u. a. zuerst in dem bis da- zu den Eisenerzen gerechneten Braunstein (*Magnesia ni-*) als eigenthümliches Metall nachgewiesen. Grauweifs, r weich und spröde, von feinkörnigem Gefüge, nach John 8,013 spec. Gew., nur in heftigem Essenfeuer schmelzend, ht magnetisch.

Seine Verbindungen mit Sauerstoff sind:

1) Das *Manganoxydul* (28 Mangan auf 8 Sauerstoff), ein sgrünlich-graues Pulver. Es bildet mit Säuren blafsrothe farblose Manganoxydulsalze, welche mit ätzenden Alka- einen weifsen, sich schnell bräunenden Niederschlag, Man- oxydulhydrat, geben, mit kohlensauren Alkalien einen dauer- ten weifsen, mit hydrothionsauren Alkalien einen fleisch- hen.

2) Das *Manganoxydoxydul* (28 Mangan auf $10\frac{2}{3}$ Sauer- f), natürlich in braunschwarzen Quadratoktaedern vorkom- nd, künstlich dargestellt ein rothbraunes Pulver gebend; in säure mit brauner, in ziemlich concentrirter Schwefelsäure colombinrother Farbe löslich.

3) *Manganoxyd* (28 Mangan auf 12 Sauerstoff) findet natürlich, und zwar in wasserfreiem Zustande als Braunit Oktaedern, im gewässerten als Manganit in rhombischen len, verbindet sich mit wenigen Säuren zu braun und kelroth gefärbten Salzen, ertheilt dem Glase eine amethyst- e Farbe.

4) *Manganhyperoxyd* (28 Mangan auf 16 Sauerstoff) t in der Natur als Braunstein oder Pyrolusit dieselben For- , wie das Manganoxydhydrat, aus dem es sich zu bil- scheint; entwickelt in der Hitze so viel Sauerstoffgas, Manganoxydoxydul bleibt; dient vorzüglich zur Berei- g des Sauerstoffgases und des Chlors und zum Entfärben Glases.

5) *Mangansäure* (28 Mangan auf 24 Sauerstoff) entsteht n Glühen von Kalihydrat oder Salpeter mit Braunstein und

bildet mit den Alkalien dunkelblaugrüne Salze, mit den schwefelsauren Selzen isomorph.

6) *Uebermangansäure* (28 Mangan auf 28 Sauerstoff), dunkelroth, zerfällt bei gelinder Wärme in Sauerstoffgas und Manganhyperoxyd; liefert mit Wasser eine lebhaft karmesinrothe Lösung und mit Salzbasen rothe, mit den überchlorsauren isomorphe Salze, die durch desoxydirende Körper schnell entfärbt werden.

Die Auflösung des grünen mangansauren Kali's, des *mineralischen Chamäleons*, wird deshalb roth, weil die Mangansäure unter Absatz von Manganhyperoxyd in Uebermangansäure verwandelt wird (wonach das über das Chamäleon Gesagte Band II. S. 91 und 92. zu berichtigen ist).

G.

Manometer.

Dichtigkeitsmesser; *Manometrum*; Manomètre; *Manometer*, *Manoscope*.

Manometer (von μανός dünn und μετρέω ich messe) nannte zuerst Otto v. Guericke einen Apparat, welcher dazu dienen sollte, die Dichtigkeit der Luft zu messen, und eben diesen Namen erhielten später alle zu ähnlichen Zwecken bestimmte Werkzeuge. Der Wortbedeutung nach sollte es eigentlich Dünnheitsmesser heiſsen, man hat aber vielmehr den Ausdruck Dichtigkeitsmesser eingeführt, wegen dieser unrichtigen Uebersetzung aber andere Namen, als *Dasymeter* und *Elaterometer*, vorgeschlagen, welche später erklärt werden sollen; inzwischen ist der ursprüngliche noch stets der gebräuchlichste.

Alle Manometer haben den Zweck, den Wechsel der Dichtigkeit und Dünnheit bei der atmosphärischen Luft zu bestimmen, sofern diese von ihrer, durch das Barometer meſsbaren Elasticität unabhängig sind. Zwar sind nach dem *Mariotte'schen Gesetze* die Elasticität und Dichtigkeit der Luft (und auch der Gasarten) einander direct proportional, mithin muſs sich auch die Gröſse der einen durch das Maſs der andern bestimmen lassen, allein dieses findet bloſs unter der Bedingung gleichbleibender Temperatur statt; dagegen aber kann

ch den Einflufs der Wärme die Dichtigkeit eingeschlosse-
Luftmassen und auch der atmosphärischen Luft ohne einen
chsel der Elasticität sich ändern. So wie nun das Baro-
ter dazu dient, den Druck der Atmosphäre als unmittelbare
ge ihrer Elasticität zu messen, soll das Manometer dazu
nen, die Dichtigkeit der Luft zu bestimmen; einige Werk-
ge dieser Art geben jedoch die Bestimmung ihrer Dichtig-
t blofs als Folge der Elasticität und erfordern dann eine
rrection wegen der Wärme.

Die Manometer messen blofs die relativen Dichtigkeiten
Luft, die absolute dagegen fällt mit der Bestimmung ih-
specifischen Gewichts[1] zusammen, welches man wegen
ner Geringfügigkeit früher nicht kannte und gar nicht einmal
chtete. Aristoteles folgerte jedoch aus dem vermehrten
wichte eines aufgeblasenen Schlauches die Schwere der Luft,
lilei[2] prefste Luft vermittelst einer Spritze in eine Kugel
d fand hiernach ihr spec. Gewicht = $\frac{1}{400}$ des Wassers.
rsenne und R. Boyle[3] trieben die Luft durch Hitze aus
er Windkugel und bestimmten hiernach ihr Gewicht, Er-
rer = 1346, Letzterer = 938mal geringer als das des Was-
s. Riccioli[4] wog eine Ochsenblase erst leer, dann mit
ft angefüllt, und fand die Luft hiernach 10000mal leichter
Wasser, jedoch zeigte Jac. Bernoulli[5], dafs hierbei der
ostatische Gewichtsverlust nicht berücksichtigt sey; auch
iset R. Boyle[6] die Unzulässigkeit dieses Verfahrens nach,
durch er selbst die Luft 7500mal leichter als Wasser fand.
s neuere richtige Verfahren, hohle Gefäfse luftleer und mit
ft erfüllt zu wägen, wandte zuerst Wolf[7] an, jedoch wa-
seine Apparate und Versuche zu roh, weswegen das er-
ltene Resultat, wonach das Verhältnifs des Gewichts der
ft zu dem des Wassers = 1:846 seyn soll, nicht hinläng-
he Genauigkeit gewährt. Durch ähnliche Versuche fan-

---

1 Vergl. *Gewicht, specifisches.* Bd. IV. S. 1493.
2 Discorsi intorno a due nuove scienze. 1638. Giornata I.
3 Expos. physico-mech. de vi aëris elast.
4 Almag. nov. L. II. c. 5.
5 Acta Erud. Lips. 1685. p. 436.
6 Paradoxa hydrostat. in proleg.
7 Nützliche Versuche. Th. I. §. 86.

den Burkard de Volder[1] die Luft 970, Homberg[2] 800, Hawksbee 885, Halley 800 bis 860 und Musschenbroek[3] zwischen 606 bis 1000mal leichter als das Wasser. s'Gravesande[4] wog nach der Angabe von Jac. Bernoulli luftleere Gefäſse im Wasser und fand hiernach das Verhältniſs 798:1. Die Messungen des Unterschiedes der Längen der Quecksilbersäule im Barometer auf bestimmten ungleichen Höhen über die Meeresfläche geben ein Mittel, das Verhältniſs der Dichtigkeiten zwischen Luft und Quecksilber aus den ungleichen Höhen beider Flüssigkeiten, die einander umgekehrt proportional seyn müssen, zu bestimmen und dann aus dem spec. Gewichte des Quecksilbers das Verhältniſs der Luft zum Wasser zu finden, ein Mittel, welches unter andern Lambert, Tob. Mayer und de Lüc in Anwendung brachten.

Bouguer[5] wandte ein eigenthümliches Verfahren an, um die ungleiche Dichtigkeit der atmosphärischen Luft auszumitteln, indem er Pendel in ungleichen Höhen schwingen lieſs und aus der Gröſse des Widerstandes die Dichtigkeit der Luft messen wollte. Nach dem erhaltenen Resultate sollte diese in Höhen, die einem Barometerstande von 16 bis 21 Zoll angehören, der Elasticität direct proportional seyn, von hieraus bis zum Niveau des Meeres ein anderes Verhältniſs befolgen, wovon er die Ursache in einer veränderlichen Elasticität der Molecülen der Luft suchte. Es ist nicht nöthig, dieses unrichtige Resultat nach Berthollet vom Einflusse der Wärme und Feuchtigkeit der Luft abzuleiten, obgleich diese gleichfalls dabei in Betrachtung kommen, vielmehr sind die Schwierigkeiten, welche der Messung des Widerstandes der Luft gegen schwingende Pendel im Wege stehn, so ausnehmend groſs, daſs die erhaltenen unrichtigen Gröſsen leicht aus Beobachtungsfehlern folgen können, wie de Saussure[6] nach Wiederholung dieser Versuche genügend gezeigt hat.

De Saussure[7] construirte einen eigenen Apparat, um

1 Quaest. acad. de aëris gravitate §. 52.
2 Mém. de Paris. 1693.
3 Introduct. T. II. §. 2059.
4 Phys. Elem. math. L. IV. c. 5. §. 2164.
5 Mém. de l'Acad. des Sc. 1753.
6 Journ. de Phys. 1790. T. XXXVI. p. 98.
7 Essais sur l'Hygrométrie. p. 109.

änderliche Dichtigkeit eingeschlossener Luftmassen zu prü-
, und nannte diesen Manometer. Er bestand aus einem
rall verschlossenen gläsernen Ballon, in welchen eine ge-
te Barometerröhre mit ihrem Gefäfse herabgelassen war.
ch eine Oeffnung im Deckel wurden Sachen gebracht, die
die Luft einen Einfluſs ausüben konnten, nach Verschlie-
g des Deckels war das Barometer dem äuſsern Luftdrucke
t mehr ausgesetzt, konnte also seinen ursprünglichen Stand
in Folge von Einflüssen verändern, welche die einge-
lossene Luft darauf ausübte. Berthollet[1] hat dieses
rkzeug verbessert, um es zu Untersuchungen über die Verän-
ngen der Luft durch Pflanzen und Thiere brauchbar zu
hen. Vermehrungen und Verminderungen des Luftvolu-
s werden dabei unmittelbar durch das Barometer angege-
, wenn man auf die Correctionen für die Temperatur und
Feuchtigkeitszustand der im Gefäfse eingeschlossenen Luft
örige Rücksicht nimmt. Auſserdem sollte der Apparat da-
lienen, die chemischen Veränderungen der eingeschlosse-
Luftmasse zu prüfen. Die hierfür angebrachte Vorrich-
g gewährte noch auſserdem den Vortheil, daſs die chemi-
n Prüfungen zu verschiedenen Zeiten angestellt werden
nten, ohne die Versuchsreihe zu unterbrechen. Uebrigens
ben sich die verschiedenen Operationen leicht aus der Be-
eibung des Apparats.

Auf einem vermittelst dreier Holzschrauben k, k, k ho- Fig.
ntal stellbaren Brete ruht das gläserne Gefäſs A mit einer 239.
en, in einen messingnen Ring gefaſsten Oeffnung. In die-
Ring B wird eine andere Fassung a vermittelst eines
üssels, welcher die beiden vorstehenden Zapfen G, G er-
, auf untergelegtes Leder festgeschraubt. In dem dicken
el der letztern befindet sich die Hülse D der Barometer-
, deren lothrechter Stand durch das Senkel F regulirt
en kann. Am obern Ende der Barometerröhre ist eine
H vermittelst der beiden federnden Halter b, b verschieb-
nd eine andere controlirende Scale am untern Ende ist
nern des Gefäſses sichtbar. Eine Stopfschraube E mit
gelegtem Leder dient zur Herstellung des Gleichgewichts

---

1 Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. I. p. 282. Ueb. in Gehlen's Th. V. S. 388.

zwischen der äufsern und der eingeschlossenen Luft. Die zum Herausnehmen einer Portion Luft zum Behufe der chemischen Analyse dienende Vorrichtung, wozu als wesentlicher Bestandtheil der Hahn C gehört, ist an der andern Seite der dem Fassung angebracht und zu mehrerer Deutlichkeit im vergrösserten Maſsstabe dargestellt. Auf das Hahnstück wird die Fig. 240. Schüssel L aufgeschraubt. In die Mutterschraube derselben paſst die an der messingnen Fassung O befindliche männliche Schraube, in der Fassung aber ist die graduirte Röhre NI eingekittet. Die messingne Schüssel wird zuerst mit Wasser gefüllt, dann die gleichfalls mit Wasser gefüllte Röhre aufgeschraubt, und wenn man hernach den Hahn öffnet, so fliesst ein Theil des Wassers aus der Röhre in das Gefäſs, ein gleiches Volumen Luft steigt in die Meſsröhre auf und behält ihre anfängliche Dichtigkeit bei, bis man die Röhre losschraubt, worauf sie sich um eine gewisse Gröſse ausdehnt oder zusammenzieht, die sogleich an der Scale gemessen werden kann. Auf welche Weise demnächst die so herausgenommene Luft chemisch geprüft wird, bedarf hier keiner weitern Beschreibung.

Das erste und ursprünglich sogenannte Manometer ist durch Otto von Guericke erfunden worden, welcher die erste Nachricht davon dem bekannten Würzburger Physiker Caspar Schott[1] im Jahre 1661 brieflich mittheilte und es nachher selbst beschrieb[2]. Robert Boyle gab später den nämlichen Apparat unter dem Namen eines *statischen Barometers* (*statical Barometer*) als seine Erfindung an[3], wofür es auch bei den englischen Schriftstellern gilt[4]; da aber bekanntlich Caspar Schott ihm die neuen physikalischen Entdeckungen brieflich mitzutheilen pflegte, so unterliegt es keinem Zweifel, daſs er die auf diesem Wege erhaltene Idee bloſs in Ausführung brachte. Nach Gehler verkannten sowohl Otto von Guericke als auch Robert Boyle das eigentliche Wesen des Apparates, indem Ersterer ihn für ein Barometer hielt und Vorzeichen des Regens daraus entnehmen wollte, Letzterer

1 S. Technica curiosa. Auct. P. Gaspare Schotto. 1664. 4.
2 Experim. nova de vacuo spatio. p. 114.
3 Philos. Trans. No. 14. p. 231. vom J. 1665.
4 Hutton Dict. T. II. p. 18.

r geradezu so nannte. Pfleiderer[1] hat den Erfinder hier-
en in Schutz genommen und gezeigt, dafs er den Unter-
ied des Luftdrucks und der Dichtigkeit der Luft sehr gut
annt habe. Diese Ansicht ist wohl ohne Zweifel die rich-
und es steht ihr nicht entgegen, dafs Guericke sein
nometer zugleich als ein Mittel zur Vorausbestimmung des
tters gebrauchen wollte, da er mit diesem Probleme so
r beschäftigt war und der Druck der Luft, wenn gleich
ht unmittelbar, doch in Folge der dadurch bedingten Dich-
keit auf das Manometer allerdings einen Einfluſs äuſsert.
Barometer wird bloſs durch die Elasticität der Luft, das
nometer aber durch ihre Dichtigkeit, die jedoch eine Fun-
n ihrer Elasticität und Temperatur ist, bedingt.

Das erste Manometer bestand aus einer möglichst luftlee-
kupfernen Kugel, etwa einen Schuh im Durchmesser, die
einem empfindlichen Waagebalken aufgehangen und durch
massives Gegengewicht balancirt war. Dafs die Kugel
leer oder auch nur mit sehr verdünnter Luft angefüllt sey,
unnöthig, Gehler hält es aber für nützlich, weil man
st auf das Gewicht derselben Rücksicht nehmen müsse, was
och eine unrichtige Ansicht ist; denn die Kugel muſs auf
n Fall ganz verschlossen seyn, weil sonst die innere und
sere Luft den nämlichen Veränderungen unterliegt und bloſs
feste Hülle, woraus die Kugel besteht, aërostatisch afficirt
d. Ist aber die Kugel fest verschlossen und widersteht sie
veränderlichen äuſsern Luftdrucke genügend, so bleibt die
Innern enthaltene Luft unverändert, ihr Gewicht ist daher
stant und muſs zwar durch das Gegengewicht mit aufge-
en werden, man erhält aber dadurch den Vortheil, dafs
Hülle (die eigentliche Masse) der Kugel um so viel dünner
n kann, wodurch das geringe Gewicht der eingeschlossenen
t mehr als ganz compensirt wird. Die Substanz, woraus
Kugel besteht, ist gleichgültig, jedoch darf sie der Luft
Durchgang nicht gestatten; die Kugel aber muſs entwe-
absolut oder mindestens im Verhältniſs zu dem Gegenge-
ht sehr groſs seyn, weswegen man zum Gegengewichte
specifisch schweres Metall, Blei oder besser Platin nimmt,

---

1 Thesium inaugural. pars mathematico-physica. Tub. 1792. Thes.

auch würde sich eine Kugel von dünnem Glase mit Quecksilber gefüllt sehr gut dazu eignen. Der Waagebalken war ursprünglich und ist auch seitdem gewöhnlich ein gleicharmiger, allein man könnte auch einen ungleicharmigen dazu nehmen, um durch den längern Hebelarm der Kugel den Unterschied des statischen Einflusses der Luft auf dieselbe zu vergröfsern. Bei dem auf die eine oder die andere Weise hergestellten Apparate verlieren die Kugel und ihr Gegengewicht so viel von ihren absoluten Gewichten, als das Luftvolumen wiegt, welches jedes derselben aus der Stelle treibt, und da die Kugel ungleich gröfser ist, als das Gegengewicht, so ist jene Gröfse bei beiden sehr verschieden, mithin auch jede Veränderung der Dichtigkeit der Luft hinsichtlich ihres statischen Einflusses auf beide diesem Unterschiede beider Gröfsen direct proportional. Wird also das Gewicht eines gewissen Volumens atmosphärischer Luft $= p$ genannt und heifst das Volumen der Kugel V, das des Gegengewichts v, so ist das Gewicht der durch die Kugel verdrängten Luft $= Vp$ und der durch das Gegengewicht $= vp$. Bezeichnet man eine Veränderung der Dichtigkeit der Luft durch Δp, so erhält man für Kugel und Gegengewicht $V . \Delta p$ und $v . \Delta p$ und da der Waagebalken für die ursprüngliche Gröfse von p im Gleichgewichte war, so ist für eine Aenderung m im Stande desselben $m = (V - v) \Delta p$, und wenn v als verschwindend vernachlässigt wird, V aber bekannt ist, $m = V . \Delta p$. Ist dann V bekannt und der Ausschlag m in dem nämlichen Gewichte p gegeben, so ist $\Delta p = \frac{m}{V}$, das heifst, die Aenderung des spec. Gewichts der Luft mufs so viel gröfser seyn, je kleiner das Volumen der Kugel ist, und man mufs daher eine grofse Kugel wählen, wenn man kleine Aenderungen im spec. Gewichte der Luft vermittelst des Manometers finden will. Auf diese Art fand HALLEY[1] die Luft in England bei der gröfsten Sommerwärme um $\frac{1}{13}$ dünner und bei der gröfsten Winterkälte um $\frac{1}{10}$ dichter, als bei mittlern Temperaturen. Man sieht aber bald, dafs dieses Verfahren keine den jetzigen Forderungen der Wissenschaft genügende Genauigkeit gewährt.

---

1 Acta Erud. Lips. Suppl. T. II. Sect. 9. p. 435.

Das Manometer erhielt eine wesentlich abgeänderte Ge-
durch DE FOUCHY[1], welcher ihm zugleich den Namen
meter (von δασὺς dicht und μετρέω ich messe, also
igkeitsmesser) beilegte. Dieser nicht eben gangbare Ap-
bestand aus einem Lineale, ungefähr von der Gestalt ei-
Vaagebalkens, an dessen einem Ende eine überall ver-
ssene dünne Glaskugel von 15 Zoll Durchmesser hing.
nhalt dieser Kugel nahm er zu einem Kubikfufs und das
cht der darin enthaltenen Luft zu 720 Gran an. Das
cht der vollen Kugel fand er = 2304 Gran, der leeren
2304 — 720 = 1584 Gran, die Vermehrung des Gewichts
uft durch die Kälte im Winter setzte er = $\frac{1}{6}$ und die
inderung im Sommer ebensogrofs, und da $\frac{720}{6} = 120$
diese aber $\frac{1}{13}$ des Gewichts der leeren Kugel betragen, so
t dieses im Winter um $\frac{1}{13}$ ab und im Sommer um eben-
zu. Das andere Ende des Lineals war durch ein Blei-
cht balancirt, und sollte daher das Gleichgewicht bleibend
, so mufste dieses im Winter um $\frac{1}{13}$ dem Hypomochlium
gerückt, im Sommer aber um ebensoviel weiter davon
nt oder aber das Hypomochlium mufste wegen der Wir-
auf beide Hebelarme um $\frac{1}{2.13} = \frac{1}{26}$ verschoben werden.
ei ist das Lineal als mathematischer Hebel angenommen,
r wirklichen Ausführung müfste aber auf die Bedingun-
les physischen Hebels Rücksicht genommen werden[2].
jedoch das Werkzeug auch geringe Veränderungen an-
möge, gab FOUCHY dem Waagebalken, statt der Mes-
neide an der Axe, eine bogenförmige Gestalt dieser letz-
bestimmte die erforderliche Curve, liefs den Bogen, wor-
ch der Waagebalken wälzte, fein poliren und gab ihm
Unterlage von Spiegelglas, um die Reibung möglichst zu
iden. Der Waagebalken sollte nur 30° Neigung nach
Seite hin erhalten und um diese zu messen diente eine
dem Bleigewichte aufrecht stehende Scale mit Theilen
bis 30°, die sich wie die Sinus dieser Winkel ver-

---

1 Mém. de Paris. 1780. p. 78. Journ. de Phys. T. XXV. p. 345.
berg's Magaz. T. III. St. 4. S. 93.

2 Vergl. *Hebel*. Bd. V. S. 117.

Bd.

hielten, mithin gleiche Veränderungen der Neigungswinkel also auch der Dichtigkeiten der Luft angaben. Außerdem be fanden sich oberhalb des Gewichts und der Kugel kleine Waagschalen, um Gewichte von halben Granen hineinzulegen und die Höhe, um welche der Waagebalken dadurch stieg oder sank, zu messen und sie in Theilen auf eine eigene Scale aufzutragen. Hierdurch konnten die Veränderungen des Gewichts unmittelbar gemessen werden, auch gewährte diese Vorrichtung ein Mittel, die Genauigkeit der Krümmung der wälzenden Bogenfläche zu controliren. Diese zuletzt angegebene empirische Graduirung des Apparates dürfte noch am besten zum Ziele führen, auch würde man dabei der schwer mit gehöriger Genauigkeit herzustellenden krummen Fläche nicht bedürfen, so dafs die Axe des Waagebalkens die weit empfindlichere Messerschneide haben könnte; allein dabei bleibt der aërostatische Einfluſs der ungleich dichten Luft auf das Gegengewicht und die verschiedene Ausdehnung des letztern und der Kugel durch Wärme unberücksichtigt. Wollte man diese sämmtlichen Gröſsen in Rechnung nehmen, so würde dadurch der Gebrauch des Apparates zu complicirt werden.

Die Idee, das verbesserte Manometer zur Bestimmung der Dichtigkeit oder des spec. Gewichtes der Luft anzuwenden, scheint vom Abt Gruber ausgegangen zu seyn, Franz v. Gerstner war aber der erste, welcher den Apparat anfertigen lieſs und praktischen Gebrauch davon machte. Ersterer äuſserte sich brieflich über diesen Gegenstand gegen den de Saussure, welcher aus Mangel an Zeit seinem Sohne das Geschäft überlieſs, einen solchen Apparat herstellen zu lassen und ihn zur Bestimmung der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft anzuwenden[1]. Dasjenige Manometer dagegen, welches v. Gerstner verfertigen lieſs und womit er seine sehr allgemein bekannt gewordenen Versuche anstellte, hatte mit Hinzufügung einiger neuern Verbesserungen folgende Einrichtung

---

1 Journ. de Phys. T. XXXVI. p. 98. Daraus in Gren J. Th. II. S. 383. Eine Beschreibung des Apparates und der Versuche scheint mir überflüssig, da die Construction desselben von dem gewöhnlichen nur unbedeutend abweicht.

2 Die Beschreibung des anfänglich verfertigten findet man in Beobachtungen auf Reisen im Riesengebirge von Jos. Jirasek,

uf dem Brete CD, welches auf zwei Stellschrauben GF und Fig.
zur horizontalen Stellung ruht, die durch zwei in einem 241.
chten Winkel gegen einander gerichtete Röhrenlibellen ab
d cd angegeben wird, sind die beiden Säulen CL und DK
d die Tragsäule HI aufgerichtet. Die letztere trägt die po-
rten Unterlagen, auf denen die Messerschneide des Waage-
lkens AB ruht, welcher an seinen Enden in Spitzen aus-
uft, die den beiden aus den Armen L und K hervorragen-
n Spitzen genau gegenüberstehn. An den beiden Enden
s Waagebalkens sind dann bei A die Flasche von dünnem
lse, bei B ein metallenes Gegengewicht aufgehangen, bei s
er befindet sich das aus einem Blechstreifen bestehende Lauf-
wicht. Zum Abhalten des Staubes und des Luftzuges ist
r Apparat in einen gläsernen, oben mit einer Glasplatte be-
ckten Kasten eingeschlossen, jedoch mufs dieser vor dem
ersuche so weit geöffnet werden, dafs die Luft freien Zu-
itt erhält, auch bewegt man das Laufgewicht vermittelst ei-
s Drahtes.

Auf welche Weise die veränderliche Dichtigkeit der Luft
rmittelst dieses Apparats gemessen werde, zeigt folgende
trachtung. Es sey das auf irgend eine Weise[1] bestimmte
olumen der Flasche = V, das des Gegengewichts = v, so
V — v der Unterschied der durch beide verdrängten Luft,
rch deren wechselnde Dichtigkeit das Gleichgewicht beider
fgehoben wird. Das Gewicht der Flasche bei 0° C. Tem-
ratur und auf den leeren Raum reducirt sey = Q, das ei-
s gewissen Mafses der Luft gleichfalls bei 0° Temperatur
d einem Barometerstande H von 28 Zoll sey = P, so ist
s Gewicht der durch die Flasche verdrängten Luft unter
sen Bedingungen = VP und das Gewicht der Flasche in
selben = Q — VP. Wählen wir für das Gegengewicht
die nämlichen Gröfsen die kleinen Buchstaben, so ist das
wicht desselben in der Luft = q — vP, und da beide mit

---

tern, Thaddaeus Haenke und Franz Gerstner. Dresd. 1791, die des
genwärtig im technischen Institute zu Prag befindlichen in: Hand-
ch der Mechanik von Franz Jos. Freiherr v. Gerstner. Prag 1832.
. II. S. 117.

1 Am besten läfst sich dieses Volumen durch Einsenken in Was-
r mit gehöriger Rücksicht auf dessen Temperatur auffinden.

einander im Gleichgewichte sind, so ist $Q - VP = q - vP$, also $q = Q - (V-v)P$. Verändert sich das Gewicht der Luft und wird P in Π verwandelt, so beträgt das Gewicht der verdrängten Luft dann $(V-v)\,\Pi$ und das vorige Gleichgewicht kann nicht mehr statt finden. Angenommen die Luft sey leichter geworden und das Gleichgewicht solle durch ein Laufgewicht s wieder hergestellt werden, welches in der Entfernung = e in Theilen der Länge des Hebelarmes, dessen ganze Länge = a gesetzt wird, aufliegen muſs und dessen Gewicht = p sey, so wird dann

$$q = Q - (V-v)\,\Pi - \frac{p \cdot e}{a}.$$

Diese Gleichung von der vorigen abgezogen giebt

$$(V-v)\,\Pi = (V-v)\,P - p\,\frac{e}{a}$$

und hieraus

$$\Pi = P - \frac{pe}{(V-v)a} = P\left(1 - \frac{p}{(V-v)P} \cdot \frac{e}{a}\right),$$

also

$$P - \Pi = \frac{p}{(V-v)} \cdot \frac{e}{a}.$$

Im zweiten Theile dieser Gleichung sind alle Gröſsen beständig, auſser e, und die Aenderung des Gewichts der Luft ist daher aus der Entfernung des Laufgewichts vom Unterstützungspuncte bestimmt werden; man darf daher p nicht zu groſs annehmen, damit e nicht zu klein werde. Indeſs kann e nicht gröſser als = a werden und für diesen Fall wäre

$$p = (P - \Pi)\,(V - v).$$

Das Gewicht eines gegebenen Volumens Luft ist der Barometerhöhe direct und der Temperatur umgekehrt proportional. Ist also P bei einem Barometerstande = H und bei 0° Temperatur bestimmt, ändert sich dann der Barometerstand in h, die Temperatur in t, ist die Elasticität des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes nach der Angabe des Hygrometers = [illegible], die Dichtigkeit des Wasserdampfes bei gleicher Elasticität und Temperatur = $\frac{5}{8}$ der Luft nach Gay-Lussac[1] gesetzt, und endlich die kubische Ausdehnung des Glases = K, so ist

---

1 Vergl. *Gewicht, specifisches der Gasarten.* Bd. IV. S. 148[illegible]

$$\Pi = P(1+Kt)\left(\frac{h-\frac{1}{2}\varepsilon}{H}\right)\left(1-\frac{p}{(V-v)P}\cdot\frac{e}{a}\right).$$

ıbei ist auf die Veränderung des Volumens des Gegenge- ːhts und des Laufgewichts durch die Wärme und den hier- hervorgehenden aërostatischen Einflufs nicht Rücksicht ge- ımen; allein der Factor $(1+Kt)$ weicht schon nur wenig ı der Einheit ab und daher läfst sich derselbe für das Ge- gewicht und das Laufgewicht als verschwindend vernach- igen.

Von Gerstner hat aufserdem noch angegeben, wie man Waagebalken mit einer Theilung versehn kann, welche Gewichte der Luft unmittelbar angiebt; es scheint mir je- h unnöthig, dieses hier mitzutheilen, da hierbei das abso- Gewicht eines gegebenen Volumens atmosphärischer Luft bekannt vorausgesetzt wird. Das Werkzeug kann indefs einen zweifachen Gebrauch haben, nämlich das absolute richt der Luft zu bestimmen oder aus der verminderten htigkeit der Luft die Höhe über der Meeresfläche auszumit- , auf welcher man sich befindet. Die letztere Anwendung eine mittelbare, indem man aus der geringern Dichtigkeit den verminderten aërostatischen Druck schliefst und hier- die dem Unterschiede zugehörige Höhe entnimmt, statt die Differenz der Länge der Quecksilbersäule im Baro- ır die dieser nach statischen Gesetzen zugehörige Höhe der das Quecksilber drückenden Flüssigkeitssäule unmittelbar ebt. Hierzu kommt der schwer zu messende Einflufs der ıperatur; denn obgleich auch die Höhe der Quecksilber- ı sich durch Wärme ändert, so ist doch die Ausdehnung ːs Metalls durch gleiche Wärmegrade weit geringer und ı Temperatur ungleich bleibender, mithin auch leichter ı mefsbar, als die der Luft im Augenblicke der mano- ischen Messung. Das Barometer hat daher schon an sich ːüge vor dem Manometer, aufserdem aber ist es ausneh- d schwierig, wenn nicht ganz unmöglich, eine solche ge sicher auf steile Bergspitzen zu transportiren und da- ıt zum bequemen Ablesen gehörig aufzustellen. Un- h zweckmäfsiger ist der Apparat für die Bestimmung des luten Gewichtes eines gegebenen Volumens Luft, wie un- ındern auch G. G. Schmidt[1] gezeigt hat; allein zu jener

1 Samml. physisch-mathem. Abhandlungen. Giefsen 1793. S. 117.

Zeit waren die gehaltreichen Arbeiten von Biot und Arago noch nicht erschienen, wodurch diese Bestimmung mit einer Schärfe gegeben ist, die schwerlich durch irgend ein andres Mittel erreichbar seyn dürfte.

Wenn man ein Manometer oder Dasymeter mit einer vor der Lampe geblasenen dünnen Glaskugel von etwa 2 bis 3 Zoll Durchmesser verfertigt, die an einem kleinen sehr feinen Waagebalken durch ein kleines Gegengewicht von Blei oder besser Platin balancirt ist, so erhält man ein sehr einfaches, aber ausnehmend nützliches Werkzeug für die Versuche zum Beweise, dafs jeder Körper in der Luft gewogen weniger wiegt als im leeren Raume und daher die hierfür übliche Correction unentbehrlich ist, was zwar aus der Theorie nothwendig folgt, keineswegs aber dem Anfänger so klar ist, dafs die Anschauung für ihn ohne Werth seyn sollte. Setzt man diesen Apparat unter die Campane der Luftpumpe, so sinkt die vorher im Gleichgewichte befindliche oder selbst höher gehobene Kugel nach dem Exantliren um so viel tiefer, je dünner die Luft wird.

Eine zweite Classe von Manometern bilden alle diejenigen Werkzeuge, vermittelst deren man die Dichtigkeit einer eingeschlossenen Luftmasse und deren Aenderungen nach dem Raume mifst, den sie einnimmt, in Gemäfsheit des Mariotte'schen Gesetzes, wonach bei allen expansibeln Flüssigkeiten die Dichtigkeit dem Raume umgekehrt proportional ist. Sie enthalten daher in einem hohlen Gefäfse von willkürlicher Masse und Gestalt ein eingeschlossenes Luftquantum, welches durch irgend eine tropfbare Flüssigkeit abgesperrt ist, so dafs die Bewegung dieser letztern die Ausdehnung und somit auch die veränderte Dichtigkeit des erstern sichtbar und meistens auch, mindestens relativ, mefsbar macht. Da einmal das durch Otto v. Guericke erfundene, auf aërostatischen Grundsätzen beruhende Werkzeug den Namen *Manometer* erhalten hatte, so wäre es allerdings angemessener gewesen, dieser zweiten Classe einen andern Namen zu geben, wozu sich der von Gehler vorgeschlagene, nämlich *Elaterometer*, sehr eignet, insofern die Elasticität der Gase bei allen das bedingende Princip ist. Inzwischen werden sie im Allgemeinen Manometer genannt, haben aber im Einzelnen noch aufserdem, je nach den Zwecken, wozu ihre Erfinder sie bestimmten,

ıstige verschiedene Namen, unter denen mindestens die wichsten derselben bereits erwähnt worden sind. Dahin gehört er andern das von VARIGNON vorgeschlagene, welches das ometer ersetzen sollte[1], aber eins der schlechtesten ist, da Luft durch Wasser gesperrt wird und daher ihr Feuchtigszustand sich stets ändern mufs, das Amonton'sche *Luftrmometer*, womit WILLIAM ROY das Gesetz der Ausdehıg der Luft zu bestimmen suchte[2], PRECHTL's *Baroskop*, ıE's *Sympiezometer*, welches in einem eigenen Artikel beıieben ist, die jedoch insgesammt andern Instrumenten, sie ersetzen sollten, an Schärfe und Genauigkeit der Mesgen nachstehn. Ebendaher verwarf KRAMP[3] das von ihm esonnene Manometer später selbst aus Gründen, die aus Natur der Sache hergenommen waren, und ebenso sind durch RETTBERG[4] angegebenen Manometer nie eigentlich Gebrauch gekommen.

Ein praktisch sehr brauchbares Manometer ist jedoch dasge, welches H. DAVY[5] in Vorschlag gebracht hat. Werı Versuche mit Gasen angestellt, die so lange dauern, dafs ndefs der Barometerstand und die Temperatur sich ändern, beabsichtigt man zugleich auszumitteln, ob die eingeossene Luft durch die zu untersuchenden Processe eine mehrung oder Verminderung des Volumens erleidet, so ist ıothwendig, bei der spätern Messung ihr beobachtetes Voen nach den eingetretenen Veränderungen des Barometer- Thermometerstandes zu corrigiren. Da diese Operation ısam ist und aufserdem bei einer Sperrung über Wasser h eine Correction für den Feuchtigkeitszustand hinzukommt, st es ungleich einfacher, diese Correctionen durch ein Maıeter zu beseitigen. Hierzu dient eine calibrirte Glasröhre, ın Länge nach der Höhe des gebrauchten Apparates ge- Fig. lt werden kann. Diese Röhre AB wird am obern Ende 242.

---

1 S. *Barometer*, Bd. I. S. 794., wo noch mehrere andere erıt sind. Insbesondere sollte das Manometer das Seebarometer erın.

2 S. *Ausdehnung*. Bd. I. S. 627.

3 G. VII. 240.

4 Ebend. XLII. 99.

5 Nicholson's Journ. T. IV. G. XVI. 104.

zugeschmolzen, am untern heberförmig umgebogen und mit einer Scale versehn, welche in einiger Höhe über der Krümmung mit 0 anfängt und bis an das obere Ende 100 gleiche Theile, unterhalb des 0 aber noch einige, jener gleiche Theile enthält. Bei der Vorrichtung des Apparats und dem Anfange des Versuches wird die Röhre durch den kürzern Schenkel mit etwas Wasser gefüllt (oder mit Quecksilber, wenn das zu untersuchende Gas gleichfalls durch diese Flüssigkeit gesperrt ist), und zwar so, dafs dasselbe in beiden oder mindestens im längern Schenkel genau bis an den Anfang der Scale oder 0 reicht. Indem dann die eingeschlossene Luft im Manometer den nämlichen Veränderungen des Luftdrucks und der Temperatur unterliegt, als die in der Campane, so giebt nach Beendigung des Versuchs der Stand des Manometers über oder unter 0 die hieraus folgenden Correctionen an und der Ueberschufs oder der Mangel, welchen die eingeschlossene Gasart aufserdem zeigt, ist als eine Folge derjenigen Veränderungen zu betrachten, welche dieselbe durch sonstige Ursachen erlitten hat, zu deren Reduction auf den ursprünglichen Stand das Manometer noch aufserdem die erforderlichen Bestimmungsgröfsen angiebt.

M.

Mars

ist der Name eines Planeten, der in unserm Sonnensystem seine Bahn zunächst aufserhalb der Erdbahn hat, also unter den obern Planeten uns der nächste ist. Sein Licht ist röther als das der übrigen Planeten, seine scheinbare Gröfse höchst veränderlich, indem er bei seiner gröfsten Annäherung zur Erde den Jupiter an Glanz fast übertrifft, hingegen, wenn er sich der Conjunction mit der Sonne nähert, bei weitem nicht mehr einem Fixsterne erster Gröfse gleich erscheint. Die Elemente seiner Bahn sind folgende[1] für das Jahr 1831.

---

1 Nach von Lindenau, dessen Angabe auch die neuern Schriftsteller noch immer folgen, so wie auch Encke's Jahrbuch sie zum Grunde legt.

albe grofse Axe = 1,5236923 = 31490000 Meilen.
xcentricität = 0,0932448 = 2936200 Meilen.
rische Umlaufszeit = 686 Tage 23½ St. 30′ 41″.
ung der Bahn = 1° 51′ 6″.
ge des aufst. Knotens = 48° 12′ 33″.
ge des Periheliums = 332° 56′ 54″.

gröfste Entfernung von der Sonne ist also
= 34426000, die kleinste = 28554000 Meilen.

nähert sich der Erde am meisten, wenn er etwas vor r Sonnennähe der Sonne gegenüber steht. Dieses geht, wenn er im August die Opposition erreicht, und dann r 7900000 Meilen von der Erde entfernt; dagegen ert er zu der Zeit, wo er sich in den Sonnenstrahlen ver, eine Entfernung von 52 Millionen Meilen, und sein nbarer Durchmesser ist daher im letzten Falle nur 3″,5, dafs er im ersten Falle 26″ beträgt. Seine scheinbare gung ist sehr ungleich, weil selbst um die Opposition Entfernung von der Erde und von der Sonne sehr unh seyn kann, je nachdem die Opposition um die Zeit r Sonnennähe oder Sonnenferne eintrifft. Wegen dieser eichheit dauerte zum Beispiel 1798, 1813 und 1830, als er he um die Zeit seiner Sonnennähe der Sonne gegenüber stand, rückläufige Bewegung 2 Monate und betrug wenig mehr 0 Grad, in den Jahren 1807 und 1824 dagegen, wo die Option nicht weit von der Sonnenferne (im März) eintrat, er 2,75 Monate rückläufig und ging 19 Grade zurück, im erstern Falle seine heliocentrische Bewegung beinahe l so schnell als im letztern ist.

Ueber die Gestalt des Mars sind die Beobachter nicht ei- Herschel fand bei wiederholten Abmessungen das Verifs der Axe zum Durchmesser des Aequators wie 15 zu Schröter hingegen nur etwa wie 80 zu 81[2]. Jene erBestimmung schien wegen der langsamen Umdrehung des wenig Wahrscheinlichkeit zu haben, und da Schröter's achtungen 1798 bei einer sehr günstigen Stellung des Planeten stellt worden waren, so gab man mit Recht der letztern mmung den Vorzug; aber im Jahre 1824 fand auch

Phil. Transact. for 1784. p. 233.
Astr. Jahrb. 1802. S. 104.

Harding den Mars als ungewöhnlich abgeplattet erscheinen. Diese Erscheinung schien indefs nach Harding's Meinung[1] davon herzurühren, dafs in der Gegend des Aequators am Rande die Oberfläche sehr glänzend war und deshalb eine Irradiation über die eigentliche Grenze der Kugel hinaus sich zeigte, wobei es übrigens merkwürdig ist, dafs vom 1. März bis zum 27. Apr. die Erscheinung bald an dem einen Aequatorealrande, bald an beiden sichtbar blieb, obgleich Harding sonst nie etwas ähnliches gesehn hatte.

Die Zeit der Umdrehung[2] um die Axe ist 24 St. 39,5 M.; die Axe ist unter einem Winkel von 61° 18′ gegen die Ebene der Bahn geneigt, und da der Frühlingspunct der nördlichen Hälfte in 19°,5 des Schützen liegt, so ist der Nordpol des Mars erleuchtet, so lange der Planet heliocentrisch vom letzten Drittel des Schützen bis zum letzten Drittel der Zwillinge fortgeht. Alsdann ist es auf der nördlichen Halbkugel Sommer, und da die Schiefe der Ekliptik gröfser ist, als auf der Erde, so läfst sich wohl auf einen sehr merklichen Wechsel der Jahreszeiten schliefsen. Seine kalten Zonen erstrecken sich 29° von beiden Polen; seine heifse Zone ist 58° breit und die gemäfsigte also erheblich schmäler, als auf der Erde.

Nach Schröter's Messungen ist der Durchmesser des Mars 990 Meilen[3], indefs schwanken die Angaben, und Harding hat wohl nicht mit Unrecht 900 Meilen angenommen, also = 0,53 des Erddurchmessers, woraus seine Oberfläche = 0,281 der Erdoberfläche, sein Inhalt = 0,150 des Inhalts der Erde folgt. Seine Masse wird nach Delambre = $\frac{1}{2546320}$ der Sonnenmasse = $\frac{1}{5,2}$ der Erdmasse angegeben[4], indefs scheint, da sie blofs aus den Einwirkungen auf die übrigen

1 Astr. Jahrb. 1828. S. 175.

2 Nur ½ Min. hiervon verschieden bestimmte sie schon Maraldi Mém. de l'Ac. des Sc. 1720. p. 144. Die Angabe im Texte ist von Herschel Ph. Tr. 1784. und fast genau so auch von Schröter gefunden worden, Beer und Mädler finden dagegen die Umdrehungszeit etwas kürzer. Die älteste Beobachtung über die Rotation ist von Hooke Phil. Transact. 1666. p. 198.

3 Astr. Jahrb. 1802. S. 104.

4 Pontécoulant théorie anal. du système du monde II. 504.

eten berechnet werden kann, dabei noch erhebliche Unerheit statt zu finden[1].

Die natürliche Beschaffenheit des Mars scheint mit der Erde sehr übereinstimmend zu seyn. Daſs er ein dunkler ɔer ist, davon überzeugt uns die Beobachtung unmittelbar, m er in den mittlern Stellungen zwischen Opposition und unction uns einen Theil seiner unerleuchteten Seite zulet. Man unterscheidet auf ihm Flecken, die längere Zeit urch ihr Ansehn wenig ändern, und andere, die sehr verlich sind. Unter den erstern haben schon seit längerer die bald am einen, bald am andern Pole sichtbaren, sehr enden Flecken die Aufmerksamkeit der Astronomen auf gezogen. Schon Maraldi beobachtete einen solchen Pock im Jahre 1704 und vollständiger 1719, als die in den st fallende Ankunft des Mars in der Sonnennähe und sition eine besonders günstige Gelegenheit dazu darbot. schel hat den hellen Fleck am Südpol schon 1777 und , genauer aber 1783 vom Mai bis November, wo er aufvon der Sonne beschienen zu werden, beobachtet; er seine Mitte genau genug mit dem Südpole übereinstim-, statt daſs der Fleck am Nordpole seinen Mittelpunct 13° vom Nordpole selbst hatte[2]. Flaugergues und öter[3] haben den südlichen Fleck 1798 und Flaugerden nördlichen 1807 im März beobachtet. Nach Gruitsn's Angaben[4] war der südliche Polarfleck am kleinsten von sehr geringer Ausdehnung im October 1813 und im st 1815, als es eben Herbst auf dieser südlichen Halbward; am 5. April 1814 dagegen, wo der Winter auf üdlichen Halbkugel herrschte und die Tageslänge erst eiZeit im Zunehmen war, erstreckte sich der südliche Pok sehr weit, so wie er auch im Juni 1813 (also ungein den wärmsten Monaten) noch sehr bedeutend ge-

---

Astron. Zeitsch. I. 26. und Gruithuisen's Analecten. III. 37. estimmung $= \frac{1}{1846082}$ scheint, gänzlich auf einer unsichern Hye von Lagrange beruhend, eben kein Zutrauen zu verdienen.

h Mon. Corr. V. 566.

Ph. Tr. 1783. p. 340.

Astr. Jahrb. 1802. S. 104. Journ. de Phys. LXV. 128.

Astr. Jahrb. 1817. S. 186. 1819. S. 251. 1825. S. 201.

wesen war. Im ganzen Winter von 1821 bis 1822 war der Polarfleck am Nordpole sichtbar, während dort der Sommer anfing. Hiermit stimmen auch Herschel's Beobachtungen überein, der 1781 den Südpolarfleck groſs sah, als er eben aus seiner langen Winternacht hervortrat, und ihn im Jahre 1783 vom Ende Mai bis Mitte September während der Dauer des dortigen Sommers abnehmend fand. Damals schien er nicht zu verschwinden, sondern erst unsichtbar zu werden, als im November die wieder eintretende Winternacht ihn bedeckte. Die neuesten Beobachtungen über die glänzende Polarzone sind von Mädler und Beer in Berlin angestellt worden[1], als 1830 im August der Mars der Erde sehr nahe kam. Auch sie fanden um die Zeit, als die Sonne diesem Pole am höchsten stand, den Fleck noch $\frac{1}{10}$ des Marsdurchmessers betragend, dagegen 27 Tage später nur $\frac{1}{20}$ desselben. Die Beobachtungen scheinen alle dahin übereinzustimmen, daſs die dieser sehr glänzenden Polarzonen dann am gröſsten ist, wenn der Winter desselben Poles zu Ende geht, daſs sie während der Pol von der Sonne beschienen wird, an Ausdehnung abnimmt und gegen das Ende des Sommers erst am kleinsten wird. Man hat daher nicht ganz Unrecht, diese Polargegend mit den auf der Erde mit Schnee und Eis bedeckten Gegenden zu vergleichen, wobei jedoch Flaugergues[2] bemerkt, daſs die Veränderungen jener Polarzone schneller fortschreiten, als das Schmelzen des Schnees auf der Erde. Künftige Beobachtungen können uns wohl noch einmal lehren, ob die Lage dieser Flecken gegen den wahren Pol sich alljährlich gleich findet, ob es Gegenden giebt, die sich weiter als andre vom Pole entfernt, dieser Veränderung unterworfen zeigen, ob der eine Winter mehr als der andre die Veränderung hervorbringt u. s. w. Beer und Mädler schlieſsen aus den ältern Beobachtungen, daſs die Nordpolarzone nie so ausgedehnt als die südliche sey, und suchen den Grund in der längern Dauer des südlichen Winters; indes kann die Verschiedenheit auch ganz in örtlichen Umständen begründet seyn.

In den gemäſsigten Zonen des Mars hat man sehr oft

1 Schumacher astr. Nachr. Nr. 191.
2 De Zach Corresp. astr. I. 182.

derliche Flecken gesehn, die Herschel, Schröter und uithuisen für atmosphärisch halten. Obgleich aber man- dieser Flecken veränderlich sind, so zeigen doch schon raldi's Beobachtungen, dafs andre auch eine sehr lange uernde Gleichförmigkeit beibehalten. Maraldi gründete e Bestimmung der Umdrehungsperiode vorzüglich auf eine tte, die von einem schief gegen den Aequator geneigten if und einem zweiten, der einen Winkel mit jenem machte, ildet wurde. Vom 20. August bis 25. Sept. kehrte sie, so- die Beobachtungszeit während ihres Verweilens auf der zugekehrten Seite fiel, regelmäfsig wieder und selbst nach len 2½ Monaten fand sie sich an der nach der Rotations- iode berechneten Stelle. Es ist daher nicht auffallend, dafs iowski[1] den Mars längere Zeit mit sehr übereinstimmen- Flecken sah und dafs Beer und Mädler ebendiese ichförmigkeit beobachteten. Nach den Beobachtungen der tern ist der am wenigsten Licht zurücksendende Theil der soberfläche an der südlichen Grenze der heifsen Zone; die Licht stärker reflectirenden Theile der Oberfläche sind ker als der übrige Theil und stehn, wie die Meere auf Erde, mit einander in Verbindung; die nördliche Halb- el, so weit sie in dieser Zeit gut sichtbar war (der Nord- war nämlich ganz unsichtbar, und was jenseits 30° nördl. te lag, erschien nur sehr unvollkommen), zeigte sich so, die heifse Zone, ziemlich gleich an Licht; näher dem pole, in einem Theile der gemäfsigten und kalten Zone, das Continuum der reflectirenden Massen mehr unterbro- , aber die Absorption des Lichts findet in geringerem Gra- tatt.

Die gleichmäfsige, blofs nach den Umständen der Rota- wechselnde Ansicht des Mars bewog diese Beobachter, die rn Beobachtungen für ganz widerlegt anzusehn; dieser ıfs scheint aber etwas zu rasch, da schon Maraldi die n und selbst schnellen Wechsel der Flecken als ganz ent- den behauptet und Herschel und Schröter, denen auch thuisen beistimmt, genau dasselbe behauptet haben. Es indefs wohl der Mühe werth, bei einer günstigen Stel- des Mars eine Darstellung der unveränderlichen Theile der

---

1 Astr. Jahrb. 1825. S. 225.

Marsoberfläche zu geben und zu versuchen, ob sich nicht ei-
nige auch in Herschel's Zeichnungen öfters wiederkehrende
Fleckenformen damit vereinbaren lieſsen.

Herschel und Schröter haben auf atmosphärische Wech-
sel auf dem Mars aus ihren Beobachtungen geschlossen und
Schröter hat sogar, da manche dieser atmosphärischen Fle-
cken eine von der Rotationsperiode etwas abweichende Bewe-
gung zeigten, auf ein Fortrücken dieser Wolkenmassen, etwa
dem Fortführen durch Winde entsprechend, geschlossen; eine
Beobachtung gab für einen solchen, als Wolkenstreif angesehe-
nen Fleck eine Bewegung von 3 Meilen in der Stunde (
Fuſs in 1 Sec.) von NW. nach SO. auf der Marsfläche[1].

Auf eine Atmosphäre des Mars führen auch andere Beob-
achtungen, indem man bei Fixsternen, die vom Mars bedeckt
wurden, Erscheinungen wahrgenommen hat, die auf eine
Strahlenbrechung und Schwächung des Lichts in der Atmo-
sphäre des Planeten hindeuteten. Flaugergues stellte eine
solche Beobachtung an und führt eine ähnliche von Cas-
sini an[2], und Tralles, ja schon Römer haben etwas Ähn-
liches beobachtet[3]. Als die besten Tafeln zur Bestimmung
der Oerter des Mars sind v. Lindenau's Tafeln anerkannt;
Titel ist: Tabulae Martis novae et correctae ex theoria gra-
tatis cl. De la Place et ex observationibus recentissimis
tae. Auctore Bernhardo de Lindenau. Eisenberg, in
Schöniana. 1811.

Das Zeichen des Planeten ist ♂.

B.

M a ſ s[4].

Mensura; Mesure; *Measure;* heiſst jede gege-
Gröſse, welche als Einheit oder als Norm genommen

1 Astr. Jahrb. 1802. S. 106.
2 Journ. de Phys. LXV. 128.
3 Astr. Jahrb. 1826. S. 189.
4 Die gewöhnliche Schreibart ist Maaſs, seltener Mass; sie
ruht auf der Aussprache, wonach das einfache a vor ſs kurz
Die hier und in diesem Werke überhaupt gewählte hat die Ety-
gie für sich, sofern das Wort von Messen mit einfachem Vocal

it, irgend eine andere Gröfse zu messen oder ihren Gehalt
pecieller Beziehung ihrer Gröfse zu bestimmen. Hiernach
tes also Längen-, Flächen- und Körpermafse, Mafse der Zeit
des Raumes, der trockenen und flüssigen Körper, der
ikel, der Gewichte, der Kräfte, und da man allgemein
n kann, dafs auf alle wirklich gegebene Körper, ja sogar
nur vorgestellte und gedachte Gegenstände, der Begriff der
se angewandt werden kann, dieser aber zugleich den Be-
der Messung einschliefst, so läfst sich die Vorstellung ei-
Mafses mit allen körperlichen und geistigen Dingen ver-
en. Es würde jedoch ein fruchtloses Bestreben seyn, alle
nigen Gegenstände, bei denen eine Messung statt findet,
uzählen, vielmehr mufs man sich auf die Kenntnifs derje-
n Mafse beschränken, welche als normale Einheiten in den
chiedenen Ländern eingeführt sind, deren Vergleichung
r einander für den Fall unentbehrlich ist, wenn man die
h sie ausgedrückten Gröfsenbestimmungen verstehn oder
einander zurückführen will; aber auch hierbei mufs man
auf gewisse Grenzen beschränken, welche nur die vorzüglich-
Mafsnormen in sich schliefsen, weil in den zahlreichen einzel-
Ländern durch vielfache Gebräuche und Mifsbräuche eine
ie Menge verschiedener Mafsbestimmungen eingeführt ist,
es theils nicht die Mühe lohnt, sie alle aufzusuchen, theils
eine genaue Kenntnifs derselben wegen absoluter Unbe-
ntheit ihrer eigentlichen Gröfse gar nicht zu erhalten steht.
ommt indefs vorläufig noch die allgemeine, verschiedent-
aufgeworfene Frage zur Erörterung, ob jede Gröfse nur
ı eine andere Gröfse derselben Art gemessen werden kön-
Bei weitem in den meisten Fällen findet dieses allerdings
oft aber und namentlich in denjenigen Fällen, wobei es
las Verhältnifs zweier Gröfsen zu einander oder ihre Ver-
ungen ankommt, kann man in Gemäfsheit des der Ma-
atik zustehenden Rechtes einer völlig freien Allgemeinheit
Gröfsenbestimmungen jede gegebene Gröfse oder deren
ıderung durch jede andere nach Willkür messen. Es

---

ltem s herkommt und die gleichlautenden Worte afs frafs,
. s. w. ohne doppeltes a geschrieben werden. Sie läfst sich
nindestens einseitig rechtfertigen und hat daneben die Kürze
h.

können diesemnach die Intensitäten der Wärme durch die Vermehrung des Volumens der Körper, die abstoſsenden Kräfte der Elektricität durch Gewichte, Winkel oder Neigungen zwei Linien gegen einander durch den eingeschlossenen Bogen u. s. w. mit Sicherheit gemessen werden[1].

Verschiedene Maſse sind seit den ältesten oder seit sehr langen Zeiten bekannt und werden ziemlich allgemein unverändert beibehalten, weshalb es überflüssig seyn würde, sie hier genauer zu erörtern. Dahin gehören die Maſse der Zeit nach Jahrhunderten, Jahren, Tagen, Stunden, Minuten und Secunden. Was in Beziehung auf diese und andere Perioden merkwürdig ist, wird in besondern Artikeln[2] abgehandelt und es kann dieser Gegenstand daher hier ganz übergangen werden. Das Maſs der Winkel durch Grade, Minuten und Secunden fällt ganz in das Gebiet der Mathematik; manche Maſse aber, z. B. Grade der Wärme nach dem Thermometer, Bestimmungen des Luftdruckes nach dem Barometer, der Muskelkraft nach dem Dynamometer, des specifischen Gewichtes nach den Angaben der Aräometer, der galvanischen Action, der elektrischen Abstoſsung und viele andere werden durch besondere Werkzeuge erhalten und können daher hier gleichfalls nicht zur Untersuchung kommen, vielmehr muſs man sich auf die oben bereits näher bezeichneten Bestimmungen beschränken.

Alle Maſse der Linien, Flächen und Körper kommen auf ein gewisses Linearmaſs zurück, wobei man allezeit genöthigt war, irgend eine genaue bestimmte und unveränderliche Normalgröſse zum Grunde zu legen. Ein solches unveränderliches und mit gröſster Genauigkeit bestimmtes Normalmaſs hat erst die neueste Zeit mit Sicherheit aufzuweisen, von den ältern Völkern kann dieses nicht mit gleicher Gewiſsheit behauptet werden. Für die physikalischen Untersuchungen sind bloſs die neuern und neuesten Maſsbestimmungen von Wichtigkeit; weil indeſs auch die Kenntniſs der ältern in mancher Hinsicht nützlich ist, so schicke ich eine kurze Übersicht derselben voraus.

---

1 Hutton Course of Mathematics. 3 Voll. 8. Lond. 1815. T. I. p. 87.

2 Z. B. Chronologie, Jahr, Tag u. s. w.

Mafsbestimmungen der alten Völker.

Im Allgemeinen kann es beim Lesen der alten Schriftler dem unbefangenen Forscher nicht entgehn, dafs die bei en gangbaren Mafse bei weitem nicht so genau bestimmt en, als dieses in der neuesten Zeit geschehn ist, wie schon us hervorgeht, dafs sie die Dimensionen der gemessenen enstände meistens in runden Zahlen mit einer Verschiebeit angeben, welche bei der Vergleichung in ein labyhisches Gewirre von Widersprüchen verwickelt und daher ermeidlich zu dem Schlusse führt, dafs scharfe Bestimigen bei ihnen überhaupt nicht zu erwarten sind. Inzwin haben mehrere Alterthumsforscher dennoch versucht, e widersprechenden Angaben zu vereinigen, und indem ich dabei manche kühne und dem Anschein nach zuweiwillkürliche Hypothesen erlaubten, sind sie allerdings zu Resultate gelangt, dafs den Angaben der alten cultivir-Völker dennoch eine genaue Mafsbestimmung ursprünglich Grunde gelegen habe. Es kann hier nicht der Ort seyn, Einzelnen zu prüfen, inwiefern diese Behauptung auf nglich sichern Gründen beruhe, um so mehr als die oft ragmentarischen Angaben der Schriftsteller keine sichere dlage geben und in dem langen Zeitraume manche zu itenden Verschiedenheiten führende Abänderungen get worden seyn können. Diesemnach werde ich mich ben, diejenigen Bestimmungen in einer kurzen Uebersicht theilen, welche nach den gewichtigsten Autoritäten als chtigsten anzusehen sind.

a) Aegyptische Mafse.

Ian ist ziemlich allgemein darüber einverstanden, dafs iege der Cultur in Aegypten zu suchen sey, und wenn erücksichtigt, dafs dieses Land schon zu den Zeiten Ja-, also etwa 1860 Jahre vor Christi Geburt, eine geordnete erfassung hatte und durch Caravanenhandel mit benach-Völkern in Verbindung stand, wenn man erwägt, dafs dort lernte und auch die ältesten griechischen Gelehrten, Thales, Pythagoras, Empedokles, Eratosthenes, arch, Posidonius, Hipparch, selbst Euklides und ndere, ihrer Studien wegen dorthin reisten, so läfst sich ld.

dieses wohl kaum in Zweifel ziehn. In näherer Beziehung zu Mafsbestimmungen hat aufserdem die Astronomie in Aegypten ihren Anfang genommen und die noch vorhandenen Ueberreste uralter, meistens colossaler Gebäude beurkunden evident, dafs die Bewohner dieses Landes in der Geometrie und Mechanik bewandert seyn mufsten. Diejenigen Schriftsteller, welche mit vieler Anstrengung sich bemühten, die eigentliche Gröfse der bei den alten Völkern bis auf die neuern Zeiten herab üblichen Mafse wieder aufzufinden, unter denen ich nur die vorzüglichern nennen zu dürfen glaube, nämlich JAC. CAPELLE[1], J. C. EISENSCHMID[2], BERNARDUS[3], ARBUTHNOT[4], CHRISTIANI[5], PAUCTON[6], insbesondere ROMÉ DE L'ISLE[7], LESPARET[8] und JOMARD[9], sind insgesammt darüber einverstanden, dafs die bei den Griechen und Römern gebräuchlichen Mafsbestimmungen gröfstentheils von den Aegyptiern entlehnt wurden. Ungleich allgemeiner läfst sich indefs der Satz aufstellen, dafs die am häufigsten vorkommenden ursprünglichen oder ersten Längenmafse von Theilen des menschlichen Körpers entnommen sind, wie dieses namentlich bei dem Fufse der Fall ist. Hierbei zeigt sich indefs sogleich eine grofse Schwierigkeit, nämlich zu bestimmen, nach welchen Grundsätzen oder wirklichen Messungen diese Gröfsen festgesetzt worden sind, da namentlich der Fufs eines Menschen keine constante Gröfse ist und aufserdem die bei den verschiedenen Völkern üblichen Fufse mit der Gröfse der Menschen in diesen Gegenden in keinem genauen Verhältnisse stehn. Darf man

---

1 De ponderibus, nummis et mensuris libb. V. Franc. 15..

2 De ponderibus et mensuris veterum Romanorum, Graecorum, Hebraeorum etc. disquisitio. Argent. 1708. 8.

3 De ponderibus et mensuris. Oxon. 1685. 4.

4 Tables of ancient Coins, Weights and Measures. 1727. 4.

5 Delle Misure. Venet. 1760. 4.

6 Métrologie. Par. 1780.

7 Métrologie, ou Tables pour servir à l'intelligence des ... et mesures des Anciens cet. Par. 1789. 4. Uebers. durch ... Braunschw. 1790. 8.

8 Métrologie. Par. 1801. 2 voll. 4.

9 Recueil d'Observations et de Mémoires sur l'Égypte ancienne et moderne. Tome troisième. (Ohne Jahrszahl; gehört zur Description de l'Égypte).

nigen urtheilen, was noch heutiges Tags die Erfahrung
)t, so nimmt man es mit den gangbaren Maſsbestimmun-
n Allgemeinen nicht genau und nur das Emporkommen
eometrie, insbesondere aber ihre Anwendung auf Geo-
und Künste, ausgebreiteter Handel und hauptsächlich
e polizeiliche Aufsicht, führen die ausnehmend scharfen
mungen herbei, wodurch sich namentlich die neuesten
auszeichnen. Inzwischen finden die Alterthumsforscher
bei den Aegyptiern einen diesem völlig gleichen Grad
nauigkeit.

AUCTON[1] gehört wohl vorzugsweise zu denen, welche
weisen suchen, das Normalmaſs der Aegyptier sey vom
ge der Erde hergenommen, wie dieses neuerdings in
eich geschehn ist. Der Beweis hierfür soll darin lie-
laſs 1) die Seite der Basis der sogenannten groſsen Py-
(bei dem ehemaligen Memphis) 500mal genommen,
Elle des Nilometers, auch heilige Elle genannt, 200000mal
men, 3) die Länge des Stadiums zu Laodicea 500mal
men genau die Länge eines Grades der Erde geben.
imliche Schriftsteller behauptet dann, daſs die Aegyptier
normalen Maſsstab aufbewahrt und von diesem die Grie-
wie z. B. PYTHAGORAS, ihre Normalmaſse entnommen
ROMÉ DE L'ISLE[2] pflichtet dieser Meinung bei und
D[3] hält es für ausgemacht, daſs die Aegyptier eine völ-
aue Messung eines Meridiangrades, welcher zwischen
drien und Syene gemessen seyn sollte, besaſsen und
die Grundlage ihres Maſssystems entlehnten. Die
ht von dieser Messung soll dann von den Aegyptiern
iechen, von diesen den Arabern und sonach endlich
ern Völkern überliefert worden seyn. Die eigentliche Mes-
llt nach ihm in das hohe Alterthum, denn dem ERA-
NES gebührt keineswegs die Ehre einer Gradmessung,
im Besitze der Bruchstücke alter Nachrichten in der
hen Bibliothek entlehnte er hieraus die Gröſsen jener
Messung und theilte diese mit, indem auch selbst PLI-
ht von einer Messung durch ihn, sondern nur von einer

---

[1] Métrologie. p. 102.
[2] Métrologie. p. XXXII ff.
[3] Recueil d'Obs. p. 550.

Mittheilung einer solchen redet. Als Beweise für diese Be-hauptungen dienen zuerst die ausgezeichneten geometrische Kenntnisse der Aegyptier, worin sie nicht blofs Lehrer de Griechen waren, sondern die sich auch in praktischen An-wendungen zeigten. Ob sie indefs in der Geometrie wei Fortschritte gemacht hatten, als bis wohin etwa Euklid reicht, geht aus den vorhandenen Ueberlieferungen nicht her-vor, und dieses genügt keineswegs zu einer genauen Gradmes-sung. Aus den Werken der ägyptischen Baukunst, aus i-ren Schleusen und Bewässerungsanstalten ergiebt sich zw dafs die Kenntnifs der Mathematik für die technische Anwe-dung derselben hinlänglich ausgebildet war, was sich vor a-len Dingen daraus abnehmen läfst, dafs sie nach dem Zeu-nifs des Plinius[1] den höhern Stand des rothen Meeres ü dem mittelländischen kannten, allein auch dieses ist für d höhern geodätischen Operationen keineswegs ausreichend.

Als ein zweiter Beweis werden die astronomischen Ken-nisse der alten Aegyptier angeführt. Dafs die Wiege d Astronomie in Aegypten zu suchen sey, leidet wohl kei Zweifel; ob aber diese Wissenschaft dort so ausgebildet w als Jomard annimmt, ob sie die Bewegung der Erde k ten[2], die Parallaxe des Mondes und der Sonne, die B der Planeten u. s. w., hauptsächlich aber, welchen Gra Genauigkeit alle diese Kenntnisse bei ihnen erreicht h hierauf ruht ein undurchdringlicher Schleier. Hinsichtl rer praktischen Operationen behauptet zwar Jomard, da mentlich die Pyramiden völlig genau orientirt seyen, w schwierige Operation des Findens der Mittagslinie erford gewesen wäre, allein Grobert[3], ein erfahrener Ingenieu dieses nicht gefunden haben.

Den dritten und vorzüglichsten Beweis, dafs den systeme der Aegyptier die Messung eines Meridiangrades

---

1 Hist. Nat. L. VI. cap. 29.

2 Hierfür wird die bekannte Stelle aus Copernicus de praef. ad Paul. III. angeführt: Reperi apud Ciceronem, pri cetam scripsisse, terram moveri... Indefs konnte Nicetas, ein Grieche aus Syracus, zu seiner Zeit ebenso, als später C cus, auf diese Hypothese verfallen, ohne dafs die Astronomie ner höhern Stufe stand, als zu den Zeiten des Letztern.

3 Mon. Corr. Th. II. S. 586.

nde gelegt worden sey, findet JOMARD in dem Verhältnisse der ptischen Maſse bei den Pyramiden und andern Werken der kunst zur genauen Länge eines solchen Grades. Die Seite großen Pyramide 480mal oder ihr Umfang 120mal gemen giebt genau einen Meridiangrad in Aegypten, welunter 27° 40' N. B., also in der Mitte Aegyptens, 110828 er beträgt. Vom Aequator bis Syene, also bis 24° 5' 23" ., sind nach diesem Maſse 2670000 Meter und bis zum llel von Alexandrien, also 31° 13' 5" N. B., 3460000 Me- HIPPARCH giebt diesen Abstand am genauesten zu 21800 en an, welche Zahl in jene dividirt das Stadium = 158,7 r giebt, dessen Länge genau 158,5 Meter beträgt[1]. Jo- legt bei diesen Bestimmungen eine Abplattung von $\frac{1}{334}$ eine Länge des mittlern Grades von 57008 Toisen zum le. Die letztere Bestimmung ist sehr nahe richtig, und die neuerdings gefundene Abplattung angenommen, so lie Gröſse des mittlern Grades in Aegypten noch etwas er aus und es folgte dann eine noch genauere Uebereinung des Stadiums mit der Länge des mittlern ägypti- Meridiangrades. Ungleich weniger überraschend, als Zusammentreffen insbesondere für diejenigen seyn muſs, den alten Völkern einen sehr hohen Grad der wissenichen Cultur beizulegen streben, ist das Maſs der alten Babylon. Der Umfang derselben betrug nach HERODOT adien, nach KTESIAS und andern 360, nach DIO CAS-00 Stadien; JOMARD[2] nimmt 360 als die richtige Zahl l bemerkt, daſs diese genau 400 nach demjenigen Maſse dien betragen, wonach ARCHIMEDES rechnete, und 480 che Stadien, die HERODOT am genauesten kannte. Die gliche Zahl von 360 giebt genau die Zahl der Grade eises und der Tage im Jahre, die anfänglich so groſs weswegen nach CURTIUS der Umfang zu 365 Stadien en wird. Indem aber die Babylonier ihre Kenntnisse n Aegyptiern entlehnt hatten, so zeigt sich auch hiere in mehrern andern Ueberbleibseln der ägyptischen st, daſs jenes Volk seine astronomischen Kenntnisse in imensionen seiner Gebäude verewigte und man daher

---

Recueil d'Obs. p. 13. 547.
Ebend. p. 349 ff.

berechtigt ist, von diesen auf ein ihrem Mafssysteme zum Grunde liegendes allgemeines astronomisches Mafs zu schliefsen.

So vielen Schein diese Argumentation für sich hat und so wenig auch solche in das dunkle Gebiet der antiquarischen Forschung sich verlierende Hypothesen mit absoluter Gewifsheit widerlegt werden können, so lassen sich dennoch sowol ihr selbst, als auch den Voraussetzungen, worauf sie beruht, und den Folgerungen, wozu sie führt, die gewichtigsten Gegengründe entgegenstellen, die hier nothwendig zur Sprache kommen müssen, weil von vielen, namentlich französischen Schriftstellern oftmals ähnliche Behauptungen aufgestellt worden sind und es für die Geschichte der Mafssysteme nicht gleichgültig ist, ob schon die ältesten derselben von einer unveränderlichen Basis ausgingen. Die hauptsächlichsten Gegengründe sind folgende:

1) Hätte in uralten Zeiten in Aegypten eine solche Messung statt gefunden, so würden ihre Endpuncte nicht Syene und Alexandrien, sondern sicherlich Syene und Memphis gewesen seyn, denn letztere war damals Hauptstadt und die grofse Pyramide, durch die das Ergebnifs dieser Messung dargestellt seyn soll, wäre ohne Zweifel damit in Verbindung gesetzt worden. Dafs erst später unter Alexander die nach ihm benannte Stadt zum Sitze der Könige und der Gelehrsamkeit wurde, konnte zur Zeit jener alten angenommenen Gradmessung niemand wissen und es war daher unmöglich, diesen Punct als Endpunct der grofsen Operation einer Messung von sieben Breitengraden dem viel gelegenern, welchen Memphis darbot, vorzuziehn. Wollte man aber mit Jomard annehmen, dafs Eratosthenes ohne eigentliche Messung aus den Nachrichten einer zwischen Syene und (höchst wahrscheinlich) Memphis wirklich bewerkstelligten Gradmessung die ihm zugeschriebene so, als wäre sie zwischen Syene und Alexandrien vorgenommen, zusammengesetzt habe, so überträfe die wirklich zugestandene Genauigkeit dieser letztern bei weitem das, was früher nur geleistet worden seyn konnte. Aufserdem würde es kaum begreiflich seyn, dafs sich bei keinem Schriftsteller irgend eine Nachricht von einer solchen frühern Messung erhalten haben sollte, da doch das Denkmal derselben in der grofsen Pyramide noch existirte und die Kenntnifs der Mathematik sich ohne eine Katastrophe des gänzlichen U

ıgs bis zu den Griechen und namentlich dem Eratosthe-
; fortpflanzte, welcher unmöglich die Resultate einer so
htigen Operation mittheilen konnte, ohne der Rüge eines
giats durch seine Zeitgenossen ausgesetzt zu seyn, denen
Schätze der Alexandrinischen Bibliothek gleichfalls zugäng-
ı waren.

2) Wie hoch man auch die mathematischen Kenntnisse
alten Aegyptier anschlagen mag, so genügten sie doch kei-
wegs zu einer Gradmessung von solcher Genauigkeit, dafs
e die Basis eines metrischen Systems werden konnte. Die
ıtigkeit dieser Behauptung ergiebt sich evident aus einer
gleichung der fortschreitenden wissenschaftlichen Cultur bei
alten und den neuern Völkern. Blofse mathematische
culationen können in der Auffindung der Gröfsenverhält-
: zu bedeutenden Resultaten führen, ohne dafs zugleich
für eine solche Operation erforderlichen physikalischen
ntnisse und hauptsächlich artistischen Fertigkeiten hinläng-
fortrücken. Bringt man blofs die erwiesenen Leistungen
ganzen Gebiete der Mathematik in Anschlag, die Kunst-
keit in der Verfertigung genauer Mefswerkzeuge mit in-
iffen, so wird niemand in Abrede stellen, dafs diese in
neuern Zeiten durch Galilei, Pascal, Cartesius, de
ire, Cassini, Huyghens, Newton bis auf die Bernoulli's
ı ungleich weiter fortgerückt waren, als bei den alten
ern, und dennoch waren sie für eine solche geodätische
ation ungenügend. Namentlich konnte die Bestimmung der
he mit einem Gnomon unmöglich die erforderliche Schärfe
ten, Zeitbestimmungen durch genaue Uhren sind hierfür
unerläfslich, letztere setzen aber, wie die Geschichte des
ligen Fortschreitens der Wissenschaft gezeigt hat, die
tnifs des Pendels voraus, das scharfe Auffassen des Saz-
on der Axendrehung der Erde mufste zur Hypothese von
ıbplattung führen, und hiernach konnten die Aegyptier,
sie diese besafsen, nicht alle Grade vom Aequator bis
ndrien für gleich grofs halten, wie erweislich bei ihnen
'all war; in den ersten Zeiten nach Newton aber war
von der Abplattung der Erde schon genügend überzeugt,
dafs dennoch eine so genaue Gradmessung, als bei den Aegyp-
ausgeführt worden seyn soll, schon damals im Bereiche der

Möglichkeit lag, wie der Gang dieser Operationen in der nach-folgenden Zeit evident beurkundet.

3) Jomard und die übrigen Vertheidiger dieser Hypo-these scheinen einen Hauptumstand vergessen zu haben, näm-lich dafs einer solchen angenommenen Messung zum Be-[illegible] der Grundlage eines metrischen Systems nothwendig ein [illegible] genau bestimmtes Mafs vorausgehn mufste; denn bekannt[illegible] kann man ohne ein Mafs nicht messen. Auch in Frank[illegible] ist das Meter als normale Gröfse des gesammten Mafssystem[illegible] durch Gradmessungen bestimmt, allein dieses ist auf den [illegible] her schon genau bestimmten alten Pariser Fufs und die T[illegible] von Peru gegründet worden, welche noch fortdauernd dabei [illegible] Normalmafs zum Grunde liegt. Nun liefse sich zwar durch [illegible] Hülfsmittel einer willkürlichen Hypothese dadurch ein [illegible] weg eröffnen, wenn man annehmen wollte, dafs die [illegible] tern Mafse durch die neuern gänzlich verdrängt worden [illegible] allein es ist wohl ganz unmöglich, dafs nicht beide und [illegible] mentlich ihr gegenseitiges Verhältnifs in irgend einer kenntlich[illegible] Spur bis auf diejenigen Zeiten erhalten worden seyn sollte, [illegible] die Griechen die ägyptischen Mafsbestimmungen zu [illegible] chen und der Nachwelt zu überliefern anfingen.

Bei solchen überwiegenden Gründen müssen wir [illegible] Hypothese aufgeben, dafs die Aegyptier ein festes Ma[illegible] auf eine genaue Messung eines Erdmeridians gegründet [illegible] sollen, und der Ursprung ihrer normalen Längenbestim[illegible] ist daher anderswo zu suchen, um so mehr, als die [illegible] ohne willkürliche Hypothesen keineswegs denjenigen [illegible] Grad der Uebereinstimmung mit der Gröfse eines Meridian[illegible] des haben, welchen die Vertheidiger der geprüften Hypo[illegible] ihnen beizulegen geneigt sind. Hierfür entscheiden [illegible] schon die sehr von einander abweichenden Längen der S[illegible] dien, die von den verschiedenen Schriftstellern angeno[illegible] werden.

Noch eine Frage, welche in Beziehung auf die ges[illegible] ten Mafssysteme vorläufig in Betrachtung kommt, betrifft [illegible] verschiedenen Abtheilungsarten derselben. Nach Jomard[1] [illegible] die Eintheilung in *zwölf* im ganzen Oriente gebräuchlich [illegible] kam ursprünglich von den Aegyptiern zu den Griechen, [illegible]

1 Recueil d'Observat. an v. O., s. B. p. 18.

ıen zu den Römern und wurde auf diese Weise weiter im :idente verbreitet. Die Ursache dieses Systems der 12 soll in liegen, dafs diese Zahl so viele Theiler hat; allein auf e solche Ueberlegung kann man erst bei vorgerückter wisschaftlicher Cultur verfallen. Die bei allen Völkern voramende und neben jedem Systeme bleibende Eintheilung in 2 und so nach den einfachsten und kleinsten Zahlen 3 l 4. Dafs eine Multiplication der beiden letztern Gröfsen Zahl 12 geführt haben sollte, liefse sich hypothetisch anımen, allein ohne hinlängliche Begründung, und überhaupt l alle diese höhern Zahlensysteme, nach 10 oder nach 12 s. w., wissenschaftlichen Ursprungs, gehn aber nie vom lke und vom gemeinen Gebrauche aus, wo neben diesen ıern Eintheilungen allezeit die kleinern Theilungen wegen leichtern Auffassung und Uebersicht beibehalten werden. ı der Dekadik, welche man sonst aus der Zahl der Finger beiden Händen abzuleiten pflegt, scheint mir nach unbe-;ener Prüfung in Aegypten keine Spur vorhanden und die ıntliche dekadische Zahlenordnung erst durch die arabien Geometer eingeführt worden zu seyn[1], dagegen finden ı Spuren der Duodekadik in der Abtheilung des Thierkreiworin sie in den ältesten Zeiten angetroffen wird.

Es scheint mir eine sinnreiche Conjectur, mit Jomard anehmen, dafs die Eintheilung des Kreises in 360 Theile :h astronomische Beobachtungen gegeben worden sey. Die ne rückt nämlich täglich fast um einen Grad in ihrer Bahn fort, wenn man sich in die Kindheit der Astronomie versetzt, kann man sich vorstellen, wie für den ganzen Kreislauf statt 365 gleiche Theile angenommen wurden, um so ır, da das Jahr anfänglich nur 360 Tage hatte, welche in Monate, jeden zu 30 Tagen, vertheilt waren. Hierbei ımt aber die Frage in Betrachtung, was die Abtheilung ıer Monate veranlafst haben mag? Das Sonnenjahr der ;yptier wurde ursprünglich ohne Zweifel durch die in ihıLande jährlich wiederkehrende Fluth veranlafst, und wollte

1 Man findet allerdings einige Spuren derselben bei den Grie-n und sogar auch bei den Indiern nach Whish in Trans. of the Lit. :. of Madras: 1827. T. I. p. 54.; zum eigentlichen Systeme ist sie ır erst später erhoben worden.

man annehmen, dafs die Zahl 12 schon eine gewisse Autorität erlangt habe, so könnte hieraus gefolgert werden, dafs sie zugleich Veranlassung der Theilung des Jahres in 12 gleiche Theile geworden sey. Es scheint mir indefs weit glaublicher, dafs die in 360 Tagen völlig beendigten 12 Mondsumläufe Veranlassung zu dieser Abtheilung gegeben haben, und wenn man einmal unvollkommene Beobachtungen und das damit verbundene Bestreben nach gleichmäfsiger Eintheilung voraussetzt, so konnte mit gegenseitiger Ausgleichung der Fehler ein Sonnenjahr von 360 Tagen und dessen Abtheilung in 12 gleiche Monate von 30 Tagen aus unvollkommenen astronomischen Beobachtungen entspringen, woraus dann die 12 Zeichen des Thierkreises von selbst folgten. Obgleich diese Hypothese sehr nahe liegt, so fehlen ihr doch directe historische Beweise, mit Ausnahme der allerdings begründeten Annahme der Jahreslänge von 360 Tagen, welche aus dem Umfange der Stadt Babylon gefolgert werden kann, der nach Ktesias und vielen andern Schriftstellern 360 Stadien und nach Diodorus Siculus so viel als Tage im Jahre betrug[1], aus welchem Grunde andere ihn zu 365 angaben. Dafs sich die geschichtlichen Documente dieser möglichen Eintheilung verloren haben, ist keineswegs zu verwundern, da nach Ideler[2] die Festsetzung des aus 365,25 Tagen bestehenden Jahres schon 1322 vor Chr. G. fällt.

Eine hiermit übereinstimmende, jedoch nicht unmittelbar und nothwendig darauf folgende Abtheilung der Alten ist die des Tages in 60 Minuten, welche wieder in 60 Secunden, diese in ebensoviele Tertien und letztere sogar in Quarten getheilt wurden, eine nach Bailly auch bei den Indiern sich findende Eintheilung. Jomard zeigt, dafs nach Achilles Tatius[3] der Umfang des Kreises in 60 Theile getheilt wurde, wonach in Beziehung auf den Erdmeridian 6 solche Theile auf jede Polarzone, 5 auf jede der gemäfsigten und 8 auf die äquatorische kamen, im Ganzen 30 auf den halben Erdumfang, eine Abtheilung, welche sich auch bei Geminus[4] wieder findet

1 Jomard Recueil etc. p. 345 ff.
2 Handbuch der Chronologie Th. I. S. 126.
3 Uranolog. cap. 26.
4 Elem. Astron. cap. 4. Uranol. p. 19.

h Eratosthenes wurde der 60ste Theil des Kreises wieder 60 Theile, jeder von diesen abermals in 60 Theile getheilt, che Eintheilung sich in ägyptischen Maſsen wiederfinden läſst. de Sexagesimal-Eintheilungen, nämlich der Zeit und des ises, scheinen hiernach in Aegypten entstanden und auch dann Wesentlichen beibehalten worden zu seyn, als die Einthei- g des Tages in zweimal 12 Theile als eine hierfür paſslichere enommen wurde[1]. Wodurch übrigens diese Sexagesimal-theilung entstanden sey, finde ich nirgends angegeben.

In Beziehung auf die einzelnen, im ältern Aegypten ge- ıchlichen Längenmaſse läſst sich Folgendes als das We- ılichste aus den erhaltenen Documenten bestimmen. Eins bei vielen Völkern am meisten gebräuchlichen Maſse ist *Fuſs*. Bei den Aegytiern ist dieser aus der mittlern Na- des Menschen entnommen, welche durch die *Orgyie* ıυιά von ὀρέγω, extendo) ausgedrückt und nach einer ch Jomard[2] vorgenommenen Vergleichung der vorhande- Figuren im Mittel auf 1,847 Meter festzusetzen ist. Der te Theil dieser Gröſse giebt dann die *Elle* (πῆχυς) 0,4618 Met., der sechste Theil aber den Fuſs (ποῦς) 0,3079 Meter. Kleinere Maſse, als der Fuſs, war die *thame*[3] (σπιθαμή Spanne, von σπίζω extendo), ungefähr almen enthaltend, also = 0,2309 Meter, die *Palme* (πα- στή oder παλάμη, die Breite der flachen Hand) und der *tylus* (δάκτυλος, digitus), die Breite des Fingers. Beide ıen stimmen, jener mit dem Blatte, dieser mit der Frucht Palme überein, und Jomard[4] vermuthet daher, daſs ebenso, bei den Arabern 6 nebeneinander gelegte Gerstenkörner Normalmaſs abgaben, bei den Aegyptiern 6 Datteln eine ne, 12 eine Spithame und 24 eine Elle ausmachen konn- Die Palme betrug 0,077 und der Dactylus 0,01925 Me- Die Elle (πῆχυς) war ein gleichsam geheiligtes Maſs bei Aegyptiern, insofern es auf die Nil-Messer getragen war, lag nach Jomard vermuthlich den Gefäſsen für Flüssig- en als Norm zum Grunde.

---

1 Jomard Recueil p. 22 ff.

2 Ebend. p. 119 ff. 263 ff.

3 Diese ist bloſs als griechisches Maſs bekannt, war aber viel- ht aus Aegypten entlehnt.

4 Ebend. p. 475.

Zu den gröfsern Mafsen gehören die *Ruthe* (ἄκαινα, κάλαμος), aus dem Schilfrohre, welches in Menge am Nil wächst. Sie enthielt 10 ägyptische Fufs und diente zum Ausmessen der durch die Nil-Ueberschwemmungen unkenntlich gewordenen Felder; nach jetzigem Mafse betrug sie 3,079 Meter. Der *Schritt* (βῆμα) ist zwar überall sehr willkürlich bestimmt, inzwischen gehn 4 auf eine Ruthe und seine Gröfse beträgt also 0,77 Meter. Das *Stadium* (στάδιον) oder die Stadie wird zwar meistens als ein ursprünglich griechisches Mafs angesehn, aber Jomard sucht etymologisch zu beweisen, dafs dieses Mafs vielmehr aus dem Oriente nach Griechenland kam, wo seine Gröfse sehr verschieden angenommen wurde. Das ägyptische Stadium enthielt 60 Ruthen und betrug also 184,7 oder in runder Zahl 185 Meter, jedoch findet man bei Herodot, Aristoteles, Megasthenes, Nearchus u. a. ein kleineres Stadium von nahe 100 Metern Länge, bei Eratosthenes, Hipparch und Strabo ein gröfseres von nahe 159 Metern Länge und selbst andere noch kleinere. Dasselbe enthielt 6 *Plethren* (πλέθρον), ein Mafs, dessen griechische Etymologie unbekannt ist und das daher nach Jomard vielleicht aus Aegypten abstammt, 10 Ruthen enthielt und also 30,79 Metern gleichkommt. Die *Meile* (μίλιον) war hauptsächlich ein hebräisches Längenmafs, allein Jomard[1] vermuthet aus der Uebereinstimmung dieser Gröfse mit andern ägyptischen Mafsen, dafs auch in Aegypten eine solche Bestimmung bekannt gewesen sey, welche im Allgemeinen 1000 kleinere Gröfsen enthält. Hu... setzt sie 1000 Orgyien gleich und es ist möglich, dafs das Wort aus dem Hebräischen (מיל, mil) herzuleiten ist. Nach Epiphanias enthält sie 3000 ägyptische Ellen und beträgt also 1385,41 Meter, wenn man anderweitige Bestimmungen vernachlässigt. Die beiden gröfsern Mafse, *Schoenus* und *Parasange*, sind vielfach mit einander verwechselt worden, jedoch ergiebt dieses nach den Untersuchungen von Ed. Bernardus[2] und d'Anville[3] daher, dafs ersteres, ursprünglich ägyptisch, und letzteres, eigentlich persisch, ziemlich nahe die nämliche Gröfse bezeichneten. Schoenium (σχοινίον, von σχοῖνος, Binsen) ist

1 Recueil d'Obs. p. 241.
2 De ponderibus et mensuris p. 244.
3 Traité des mesures itineraires p. 93.

utet der Etymologie nach einen Strick, ein Seil aus Binsen flochten, und soll zur Bestimmung eines Längenmafses ge- ›rden seyn, entweder nach den Stationen, in welchen die hiffe mit Seilen den Nil aufwärts gezogen wurden, oder ch der Ausmessung des Feldes. Nach Herodot gab es drei rschiedene Mafse dieser Art, wovon nach der Valvirung das entliche 5985, das grofse 11083,3 und das kleine 5541,65 ter betrugen; letzteres ist dann die ägyptische Parasange. :RON von Alexandrien rechnet auch den *Dichas* oder *Li- us* (διχὰς, λιχὰς, auch κοινοστόμος) unter die alten ägypti- ien Mafse, und giebt ihm den Werth von zwei Palmen ›r 0,1539 Metern, welches der Bestimmung durch Pollux h Bernardus zu 10 Dactylen (0,1925 Meter) ziemlich nahe nmt. Wenn man also von den aus den ungleichen Anga- ı der verschiedenen Schriftsteller entstehenden Unbestimmt- ten abstrahirt, so waren die in nachfolgender Uebersicht ammengestellten und auf neuere reducirten Mafse bei den n Aegyptiern gebräuchlich.

›oenus	5985,000	Meter	18425,00	par. Fufs
ıfser Schoenus	11083,300	—	34119,82	— —
;yptische Parasange	5541,65	—	17059,56	— —
— Meile	1385,41	—	4265,40	— —
— Stadium	184,72	—	569,14	— —
— Plethrum	30,79	—	94,53	— —
ena, Ruthe	3,079	—	9,45	— —
yie	1,847	—	5,69	— —
ıa oder Schritt . .	0,770	—	2,370	— —
hys oder Elle[1] . .	0,4618	—	1,4202	— —
ı	0,3079	—	0,9478	— —
hame	0,2309	—	0,7108	— —
has oder Lichas . .	0,1539	—	0,4737	— —
iste oder Palme . .	0,0770	—	0,2369	— —
tylus oder Finger	0,01925	—	0,0592	— —

1 Die Bestimmung der Elle oder des *Cubitus* nach Jomard stimmt ler durch Girard nicht überein. Nach Letzterem sind nämlich ere Exemplare des alten ägyptischen *Cubitus* gefunden worden, he sämmtlich in 7 Palmen und 28 Finger getheilt sind und zwi- n 0,524 bis 0,527 Meter betragen. Mém. de l'Acad. des Sc. T. IX.)1. Vergl. Hertha XII. S. 228.

Rücksichtlich der Flächenmaſse bei den alten Aegyptern ist es natürlich, daſs bei ihnen, wie überall, die gesammten Längenmaſse auch zum Messen der Flächen verwandt wurden. Inzwischen ist schon bemerkt worden, daſs das Feld in Aegypten, wenn die Begrenzungen durch die Fluth unkenntlich geworden waren, stets wieder ausgemessen, vertheilt und nach seinem Flächeninhalte versteuert wurde, und aus diesem Grunde muſste es daher bei ihnen nothwendig mehrere bestimmte Feldmaſse geben. Eins der gebräuchlichsten war *Arura* (*ἄρουρα*), ein Wort von nicht genau bekannter Ableitung, welches jedoch bei den ältesten griechischen Schriftstellern vorkommt und nach Jomard[1] mit der ägyptischen Gottheit *Aruris* zusammenhängen kann. Die Arura betrug ein Quadrat von 100 Ellen Seite und zeigt sich hierin also eine dekadische Abtheilung nach Hunderten, welche im quadratischen Maſs öfter getroffen wird. Der vierte Theil dieser Gröſse oder ein Quadrat von 50 Ellen Seite erscheint auſserdem als natürliches Feldmaſs und nicht minder ein Quadrat von 25 Ruthen Seite. Endlich war das Stadium ein so allgemein bekanntes Längenmaſs in Aegypten, daſs sich schon in voraus erwarten läſst, dasselbe sey als Flächenmaſs gleichfalls gebraucht worden. Die sämmtlichen, von alten Schriftstellern genannten quadratischen oder Flächenmaſse hat Jomard[2] in folgender Uebersicht zusammengestellt.

Stadium	Diplethrum	Arura	Plethrum	¼ Arura	Schoenus	25 Ruthen	Ruthe	Par. Fuſs	[illegible]
1	9	16	36	64	100	400	10000	360000	[illegible]
	1	1 7/9	4	7 1/9	11 1/9	44 4/9	1111 1/9	40000	[illegible]
			2,25	4	6,25	25	625	22500	[illegible]
			1	1 7/9	2 7/9	11 1/9	277 7/9	10000	[illegible]
				1	1 9/16	6 1/4	156 1/4	5625	[illegible]
					1	4	100	3600	[illegible]
						1	25	900	[illegible]
							1	36	[illegible]
								1	[illegible]

Ueber die Inhaltsmaſse für trockne und flüssige Körper finde ich in den Werken über die Metrologie so wenig, daſs

1 Recueil d'Observ. p. 526.
2 Ebend. p. 353 ff.

ohne ein für den vorliegenden Zweck unbelohnendes tie-
i Studium der Quellen darüber gar nichts mittheilen kann.

Die neuern Mafse der Aegyptier sind den ältern fast
haus gleich oder lassen sich leicht darauf zurückführen.
Wesentlichste, was Jomard[1] nach seinen Untersuchun-
hierüber mittheilt, ist Folgendes. Ein sehr gebräuchliches
, namentlich in Cairo und überhaupt in Aegypten, ist
Elle (*Derah* oder *Pyk*), deren es drei verschiedene giebt.
legales Mafs ist wohl die türkische Elle (*Pyk stambuli*),
die von Constantinopel, zu betrachten, welche 0,677
r oder 25,02 Zoll beträgt. Die im Lande gebräuchliche
dagegen (*Derah* oder *Pyk-belady*), welche als Handels-
dient, hält 0,5775 Meter oder 21,34 Zoll. Hierneben
ht noch eine auf die Nilmesser getragene Elle (*Pyk-me-*
, welche nur mit Mühe durch die französischen Inge-
e aufgefunden wurde und im Mittel 0,5407 Meter oder
oll 11 Lin. beträgt. Sie wird in 24 Zoll getheilt. Es ist
i merkwürdig, dafs die öffentlichen Ausrufer der Ueber-
emmungen in Cairo nach einem kleinern Mafse rechnen,
ie Hoffnungen des Volkes zu beleben und die Erhebung
iteuern zu erleichtern, denn hiernach beträgt die Elle nur
Meter oder 13 Z. 4 Lin., also 16 Zoll der *Pyk-me-*
sie wird aber dennoch gleichfalls in 24 Zoll getheilt.
ere Mafse sind das *Fetr*, der dritte Theil der gewöhn-
i Elle, = 192,5 Millimeter und das *Chebr* oder der dritte
der türkischen Elle. Ein sehr allgemein durch ganz
oten vielfach und insbesondere zum Messen des Feldes
achtes Mafs ist die Ruthe, *Qasab*. Nach dem ächten,
zeh verwahrten Modelle beträgt sie 3,85 Meter, wonach
i derselben 20 gemeine Ellen ausmachen, wie auch Gi-
[2] gefunden hat; indefs ist bei den Kopten ein kleinerer
gebräuchlich, um das Mafs des steuerpflichtigen Landes
r zu erhalten, welches zu diesem im Verhältnifs von 19
) steht. Diese Ruthe ist gröfser als die alte *Acaena*
,079 Meter) und selbst als eine nach Heron in ältern
i gleichfalls in Aegypten gebräuchliche *Acaena*, die so-
nte *hachemica*, welche 3,694 Meter Länge hatte; in-

A. a. O. p. 165.
Dec. égypt. T. III. p. 42.

zwischen sind mehrere ohne Zweifel durch Mifsbräuche ein-geschlichene[1] kleinere *Qasabs* in Aegypten gebräuchlich, wie sich aus den ungleichen Feldmafsen schliefsen läfst. Die Ru-the dient nämlich zum Ausmessen des Feldes, indem eine Quadratfläche von 20 *Qasab* Seite einen *Feddan* bildet. Die Seite dieser Fläche beträgt also 133,3 gemeine Ellen oder 7. Meter, die Fläche selbst aber 5929 Quadratmeter. Sie wird wieder in 24 *Qyrat* getheilt, welche Gröfse sich jedoch nicht auf eine ganze Zahl von Ruthen, Ellen oder Fufsen der Sta zurückbringen läfst und vermuthlich aus der Gewohnheit der Ae-gyptier, in 12 oder 24 Theile zu theilen, entstanden ist. Ein hiervon verschiedenes *Qyrat* ist bei den Steinhauern in Ca gebräuchlich und beträgt 0,77 Meter oder den fünften Th des legalen *Qasab* von 3,85 Meter, wird in 3 Theile, *Tu* genannt, oder in 6 *Nus-Tult* getheilt, welches letztere N in 4 Theile, jeden = 0,096 Meter, getheilt wird. Ein ge-naues Mafs der Wege giebt es in Aegypten nicht, denn *Malaqat* oder Stunde Weges ist sehr ungleich und er durch die Art zu reisen, je nachdem diese langsamer o schneller ist, verschiedene Bestimmungen.

b) Jüdische Mafse.

Die Mafse der Hebräer sind verhältnifsmäfsig sehr ge bekannt, weil sie meistens in den heiligen Schriften vork men und daher frühzeitig die Commentatoren zu nähern stimmungen veranlafsten. Es versteht sich ohnehin von dafs sie insgesammt von den Aegyptiern entlehnt wurden, mälig aber rücksichtlich ihrer Gröfse eine Veränderung e ten. Uebrigens lagen ihrem Ursprunge die nämlichen na chen Längen zum Grunde, die wir auch bei andern v finden. Auch von diesen giebt Jomard[2] eine gewifs längllich vollständige Uebersicht.

Tagereise (*σταθμὸς*, *iter unius diei*) war eine St von 200 ägyptischen Stadien und betrug also 200 × 18 oder 36944 Meter. Nach S. Epiphanias gab es auch kle

1 Dieses scheint mir der Wahrheit näher zu liegen, als mit Jo-mard anzunehmen, dafs mehrere ungleiche, sämmtlich legale Ru existiren oder existirt haben sollten.

2 In den zum Recueil d'Obs. gehörigen Tabellen No. VI.

nen von 45 Stadien, welche jedoch bloſs die Entfernun-
ür das Wechseln der Zugthiere bezeichnen[1].

)ie *Meile* der Juden (*μίλιον*, מִיל, *mil*, eigentlicher כִּבְרַת, *ath* oder *σαββάτου ὁδὸς*, ein Sabbathsweg) betrug 7,5 n oder 1108,33 Meter. Ob es noch eine kleinere von 5 n gab, ist ungewiſs[2].

)as hebräische *Stadium* (*στάδιον*, nach Reland[3] talmu- ריס, *ris* oder רוּס, *rus*) war kleiner als das eigentliche sche und betrug 147,78 Meter.

ıuch die Hebräer hatten eine Ruthe (קָנֶה *kaneh*), wel- ım Messen des Feldes bestimmt war, drei solcher Schritte lt, wonach die Meilen gemessen wurden, oder 6 Ellen, lso 3,325 Metern gleich kam.

ler *Schritt* (*βῆμα*, פְּסִיעָה, *pesiah*), oder die doppelte *ιπηχυς*), war eine gewisse Normalgröſse, deren gerade ıuf eine Meile gerechnet wurden, wie dieses nament- ıch bei den Römern geschah, und seine Gröſse betrug 1,108 Meter. Sonst galt bei ihnen der einfache Schritt als die legale Elle (*πῆχυς*, אַמָּה, *amah*, auch גֹּמֶד, *go-* deren 2000 auf die Meile gingen und welche also Metern gleichzusetzen ist. Sie betrug in genähertem e $1\frac{1}{16}$ der ägyptischen *pyk-meqyas* oder *ἑπταδώρον* der r und $1\frac{1}{5}$ einer kleinern Elle, *πενταδῶρον*.

er legale *Fuſs* (*πούς*, שִׂירַיִם, *seraïm*[4]) war einer der ı im Alterthume und betrug 0,3674 Meter; auſserdem ıtten sie einen, dem ägyptischen ganz gleichen (*σπιθα-* זֶרֶת, *sereth*, die Spanne) von 0,2771 Meter Länge. ı waren die kleinern Maſse denen bei andern Völkern ɛsentlichen gleich, als die *Palme* (*παλαιστή*, טֶפַח, = 0,0924 Meter, der groſse oder *Doppelzoll* (כִּיתָה,

---

[1] ach Reland Palaest. p. 400 hat die Tagereise, die auch *diaeta* ein bestimmtes Maſs.

[2] ach Gesenius Lex. ist כִּבְרַת, meistens mit dem Zusatze אֶרֶץ ler Erde), kein bestimmtes Maſs; der *σαββάτου ὁδὸς* aber, nach Verordnungen in Folge von 2 Mos. 16, 25. eine Strecke von ritten.

[3] elandi Palaestina. l. II. c. 1. p. 400.

[4] ach Bernardus p. 196. Der hebräische Name für Fuſs ist sonst *el*.

sitah[1]) = 0,0462 und der einfache (δάκτυλος, אֶצְבַּע, ... [2]) = 0,0231 Meter.

c) Arabische ältere und neuere Maſse.

Bei den Arabern, als einer seit den ältesten Zeiten ... ken Handel treibenden Nation, welche noch auſserdem ... frühe mit den Aegyptiern in Verbindung stand und im Mittelalter zu einer bedeutenden Stufe wissenschaftlicher C... gelangte, findet sich aus diesen Gründen ein weitläufiges ... sehr ausgebildetes Maſssystem, wovon ich jedoch nur ... Uebersicht nach den gehaltreichen Forschungen Jomard's ... theile. Das gröſsere Hauptmaſs der Araber war die ... zum ägyptischen metrischen Systeme gehörige *Parasange* ... sakh), deren 20 die Länge eines ägyptischen Grades (Mohgrā[3]) und 6⅔ eines Drittelgrades (*Marhalah*, nach Abulfeda ... el Edrisi = 8 Parasangen oder 24 Meilen) betragen und ... che also 5541,6 Metern gleichkommt. Die Parasange ... ferner 3 arabische oder hachemische Meilen = 1847,2... tern und 25 sogenannte Ptolemäische oder kleinere arabische Stadien (*Ghaluah*) = 221,66 Metern. Bei ihnen ist auch nach Ed. Bernhard ursprünglich persische *Asla* = 3... Metern gebräuchlich, deren 50 auf eine Meile oder 1... eine Parasange gehn. Mit den Aegyptiern gemein haben ... ferner die drei oben bereits genannten *Qasab's*, die ... Ruthe von Gizeh = 3,849, die kleinere Ruthe oder Q... Cairo = 3,752 und die noch etwas kleinere oder *hac...* *Qasab* = 3,694 Metern, ferner die ägyptische *Orgyie* ... = 1,847 Metern und das *qyrat* (βῆμα ἁπλοῦν des He... = 0,77 Metern. Auf gleiche Weise haben sie auch die ... tischen Ellen und auſserdem noch eine eigenthümliche, ... lich die legale (*pyk stambuli*) = 0,674, die alt-arabische ... persische königliche, sogenannte groſse Elle des Herod., ... hachemische oder kufische Elle genannt, = 0,6157 Metern ...

1. Dieses Maſs finde ich bloſs von Jomard angegeben.

2. Eigentlich der Finger, also auch eines Fingers Breite.

3. Nach Abulfeda und el Edrisi ist *Mohgrā* die Tagereise ... ein Schiff, welches nach hachemischen Meilen gerechnet 1... oder 41⅔ frans. Meilen beträgt. S. Ed. Bernardus de Mens. et ... p. 249.

yptische und arabische Handelselle, *pyk-beladi* oder *derah-ladi* = 0,5773 Metern, die eingebildete oder falsche Elle s Nilmessers der Insel Rudah, die *pyk-meqyas* = 0,5385 stern (verschieden von derjenigen, wonach die Ausrufer die ihe der Ueberschwemmung berechnen, = 0,361 Metern), die e des Al-Mamun oder die bei der arabischen Gradmesng gebrauchte, sogenannte schwarze Elle, welche 27mal Mafs von 6 Gerstenkörnern enthält, = 0,5196 Metern, die seine oder kleine Elle, auch neue Elle, bei Herodot vorzmend und in Aegypten gebräuchlich, zugleich der *cubitus ilis* (אַמַּת אִישׁ, *amath isch*) der Bibel, = 0,4618 Metern. *Fufs* der Araber gleicht dem ägyptischen und griechin und beträgt also 0,3079 Meter; ebenso findet man bei n die *Spithame* als *Chebr* = 0,2309 Metern oder die e neue Elle, die *Palme* als *Qabdah* = 0,770 Metern und *Finger* oder *Dactylus* als *Esbah* = 0,01925 Metern. Zwin diesen aber liegen ein dem *Orthodoron* des Heron hkommendes Mafs *Fetr* von 10 Dactylen = 0,1925 Me-, und ein *Zoll*, oder Daumenbreite, *Ahqd* = 0,02567 Meso wie auch der 24ste Theil der *pyk-meqyas* am Niler zu Rudah = 0,0225 Metern. Die kleinsten, aber als nen dienenden Mafse der Araber waren die Dicke von 6 neeinander gelegten Gerstenkörnern und die eines Kameelhaares, hes erstere nach Jomard 0,00321, letzteres aber 0,000535 r beträgt. Als Flächenmafse dienten bei ihnen die Länafse ebenso, als bei den Aegyptiern, namentlich hatten en *Feddan*, dessen Seite der 24ste Theil der Meile den 72sten der Parasange betrug. Dafs übrigens die hier theilten Bestimmungen nicht mit den Angaben aller Schrift-: genau übereinkommen, läfst sich aus der dem Alter überhaupt mangelnden Schärfe im Ausdrucke der Zahifsen, die man meistens nur in runder Summe findet, erklären.

d) Griechische Mafse.

ei der ausgebreiteten Literatur der Griechen und ihrer ntschaft mit allen cultivirten Völkern, indem namentVissenschaft und Kunst von den Aegyptiern zu ihnen ngen und von ihnen den Römern wieder zugeführt wurläfst es sich leicht erklären, dafs die in den verschie-

densten Ländern üblichen Mafse auch bei ihnen bekannt waren, wenigstens insoweit, dafs die Schriftsteller sich ihrer bedienen, um die anzugebenden Gröfsen in ihnen auszudrück-. Diesen verdanken wir dann auch gröfstentheils die Kenntn derselben; aber bei dem Mangel der in den neuesten Zei üblichen Schärfe solcher Bestimmungen und bei den zahlr chen Veränderungen, welche die lange Zeitdauer bei ma gelnder unabänderlicher Feststellung nothwendig herbeiführ mufste, lassen sich die Verschiedenheiten der Angaben nur gut erklären. Auch um diesen Zweig der Metrologie hat si Jomard sehr verdient gemacht, und ich folge ihm daher i den kurzen Mittheilungen, welche hier eine Aufnahme ve dienen.

Die Griechen bezeichneten den Umfang der Erde n *Stadien*, deren Gröfse jedoch sehr ungleich war[1]. Wenn m die verschiedenen Angaben vereinigt, so betrug der Erdra dian 20471580 Toisen oder 39899865,6 Meter, wonach d 360ste Theil oder ein mittlerer Grad, *μοῖρα*, zu 56865,5 T sen oder 110832,96 Meter angenommen wurde. Sie thei aber auch den Kreis, wie bereits oben von den Aegyptiern wähnt worden ist, in 60 Theile, und dann betrug ein solcher Th das *ἑξηκοστὸν*, 341193 Toisen oder 664997,76 Meter. dem Oriente kannten sie die *Tagereise*, *σταθμὸς*, deren 3 einen Grad gehn, deren Länge daher 18954,6 Toisen 36944,32 Meter betrug. Mit Uebergehung des *Schön* der *Parasange*, welche eigentlich jener ein ägyptisches, ses ein persisches Mafs, beide aber den Griechen bekannt ren, gehört der *Dolichus* (*δολιχὸς*) unter die griech Mafse, dessen Werth jedoch verschieden angegeben w Zunächst bezeichnet das Wort den langen oder grofsen W welchen die Wagen bei den öffentlichen Spielen im W kampfe zurücklegten, wonach also eine Verschiedenheit d selben statt fand, je nachdem die ein Stadium betrag Länge der Rennbahn mehrfach zurückgelegt werden mufste die Rennbahn selbst von ungleicher Länge war. Nach He und Epiphanias betrug der Dolichus nur 12 Stadien[2], zusammen 1137,31 Tois. oder 2216,66 Metern gleichkom

1 Vergl. Art. *Erde*. Bd. III. S. 843.

2 Jomard in seinen Tabellen.

Romé de l'Isle aber soll der gewöhnlichen Annahme ge-
der Dolichus 16 Stadien, nach andern Autoritäten aber
und sogar 24 Stadien, oder genauer 12 ägyptische, 16 nau-
ie, 18 pythische, 20 Stadien des Cleomedes, oder im
zen 1369,5 Toisen betragen. Allezeit enthielt der Doli-
halb so viel *Diaulen* (*δίαυλος*, Doppellauf von einem
e der Rennbahn oder des Stadiums bis zum andern und
ler zurück), als Stadien, welche nicht als eigentliches
gelten können, ebensowenig als das *Hippikon* (*ἱππικὸν*,
für Pferderennen bestimmte Bahn), welches zwei Diaulen
vier Stadien lang war. Dahin gehört dann auch der
mus (*δρόμος*, Lauf) oder der Weg, welchen ein Schiff
Segeln oder Rudern in 24 Stunden zurücklegt, dessen
se von den verschiedenen Schriftstellern ungleich angege-
wird, nach Jomard[1] aber in Gemäfsheit der Angaben
odot's 100000 Metern gleichzusetzen ist. Auch die Meile
tein ächt griechisches Mafs, obgleich die griechischen
iftsteller die bei andern Völkern gangbaren Meilen erwäh-
Inzwischen findet sich bei Plinius, Plutarch, Heron
Geometer, Julianus Architectus u. a. eine Meile (*μί-*
), von welcher nach Jomard 80 auf einen Grad nach
Bestimmung der Griechen gehn, deren also $1\frac{1}{15}$ eine rö-
ie Meile betragen und die demnach 710,82 Toisen oder
,41 Metern gleich zu setzen ist.

Ein eigentliches griechisches Mafs ist das *Stadium* (*στά-*
, welches jedoch zum Beweise des grofsen Mangels an
fer Genauigkeit in der alten Metrologie so verschieden
geben wird, dafs es nach den weitläufigen Bemühungen
Bernardus, d'Anville[2], Romé de l'Isle, Jomard und
n[3] ein vergebliches Unternehmen seyn würde, sie ins-
mt mit einander in Uebereinstimmung zu bringen. Nach
beiden letztern giebt es folgende verschiedene Stadien von
icher Gröfse.

1) Das Stadium der Ptolemäer nach Marinus von Ty-
das *Ghaluah* der Araber, = 113,731 T. oder 221,67
r.

Recueil p. 160. Vergl. p. 237.
Mém. de l'Acad. des Inscr. XXVIII. 334. XXVI. 82.
Vergl. Ukert in Mon. Cor. XXIII. p. 488.

2) Das ägyptische, durch die groſse Pyramide von Memphis ausgedrückte, auch griechische oder olympische und römische Stadium = 94,776 T. oder 184,72 Meter.

3) Das Stadium des Cleomedes, auch Stadium des Posidonius, = 85,298 T. oder 166,25 Meter. Nach Romé de l'Isle ist jedoch das Stadium des Posidonius zugleich das nautische der Perser oder das herodotische und das Stadium des Cleomedes beträgt nur 68,46 Toisen.

4) Das Stadium des Eratosthenes und Hipparch, welches bei der bekannten Gradmessung des erstern gebraucht worden seyn soll und deren 252000 auf den Umfang der Erde gehn, wonach dasselbe 81,235 Toisen oder 158,33 Metern gleich gesetzt wird.

5) Das babylonische oder persische, auch das asiatische, chaldäische und jüdische genannt, nach Romé de l'Isle das delphische oder pythische, betrug 75,82 Toisen oder 14[illegible] Meter.

6) Das Stadium des Archimedes, welches nach Dio Cassius 400mal im Umfange der Stadt Babylon enthalten war, nach Romé de l'Isle das persische, herodotische oder des Cleomedes, betrug 68,238 T. oder 133 Meter.

7) Endlich das kleine ägyptische Stadium, auch das des Herodot, Aristoteles, Nearchus, Megasthenes, Deimachus genannte, kurz das am häufigsten gebrauchte, betrug 51,179 T. oder 99,75 Meter.

8) Auſser diesen nennt Romé de l'Isle noch ein philetärisches oder königliches Stadium von 600 philetärischen Fuſsen, welches 107,82 T. oder 210,14 Meter betrug.

Kleinere, bei den Griechen gebräuchliche Maſse waren die *Elle*, *πῆχυς μέτριος* des Herodot, die Elle von Samos, bei den Aegyptiern, Griechen und Arabern gebräuchlich, von 1,5 Fuſs oder 2 Spithamen und 12 Zollen, im Werthe = 1,4[illegible] Fuſs oder 0,4618 Metern. Eine kleinere Elle war der *Pygon*, *πυγών*, seltener *πυγμή* (welches eigentlich eine Faust bedeutet, daher *πυγμαῖος*, ein fausthoher Mensch, ein Fäustling, wie ein Däumling, ein Zwerg), nach Heron $\frac{1}{6}$ einer Elle; nach Jomard und Romé de l'Isle aber sind beide unterschieden und hält der Pygon 1,1849 F. = 0,3849 Meter, die Pygme aber 1,0664 F. = 0,3464 Meter. Der metrische ägyptische und griechische Fuſs, *ποῦς*, der philetärische, königliche oder ptolemäische

äische oder arabische, wonach HERODOT, HYGIN, HERON l andere die griechischen und ausländischen Mafse bestimn[1], betrug 0,9479 F. = 0,3079 Meter. Mit Uebergehung bereits unter den ägyptischen erwähnten *Spithame* (σπιθα- oder Spanne[2], des *Dichas* (διχὰς), eines halben Fufses, stens *Lichas* (λιχὰς) genannt, der *Palme* (παλάμη oder αιστή), deren vier einen Fufs ausmachten, und des *Fin-*ı, *Dactylus* (δάκτυλος), deren 16 auf einen Fufs gerech- wurden, welche insgesammt von den Aegyptiern aus bei Griechen Eingang fanden, kann hier noch der beim HE- GEOMETRA vorkommende KONDYLUS (κόνδυλος) oder das s von zwei Fingern, deren also acht auf einen Fufs gin- , erwähnt werden. Ihre Werthe nach jetzigem Mafse er- n sich hiernach von selbst und sind auch bereits oben un- ı angegeben.

Einige Mafse wurden zunächst zum Ausmessen der Flächen aucht. Dahin gehört das *Plethrum* (πλέθρον), welches dem nischen *Jugerum* gleichkommt oder vielmehr das Seitenmafs elben ist, betrug 100 griechische Fufs und gleicht also 761 par. F. oder 30,787 Metern. Auch das oben unter ägyptischen Mafsen erwähnte *Schoenium* (σχοινίον), war Griechen bekannt, aber ohne Zweifel bei ihnen nicht so iuchlich, als in Aegypten, wo der Ueberschwemmung we- die Felder so genau und oft wiederholt ausgemessen wer- mufsten. Nach HERON dem Geometer gab es zwei ver- dene, das σωκάριον τοῦ λιβαδίου, ein Mafs zum Ausmes- von Wiesengrunde, und das σωκάριον τοῦ σποριμου, zum nessen des Ackerlandes, wovon ersteres 72, letzteres 60 hische Fufs enthielt, also jenes 68,2398 par. F. = 22,167 , dieses dagegen 56,865 par. F. = 18,472 Metern gleich Ebensowenig scheint die *Ruthe* (ἄκαινα), ein Mafs der tischen Feldmesser, bei ihnen gebräuchlich gewesen zu

[1] Man nimmt aufserdem einen olympischen, einen pythischen oder ischen, einen geometrischen, einen des Stadiums des ERATOSTHE- ınd einen des Stadiums des CLEOMEDES an. Ob und inwiefern liese in Gebrauch waren, vermag ich nicht zu entscheiden.

[2] Nach einigen ist die Spithame einerlei mit dem Orthodorum δωρον), nach Jomard aber ist sie 0,2 länger, und letztere beträgt nur 0,5923 p. F. oder 0,1295 Meter.

seyn, noch auch die *Orgyie* (ὀργυιά); dagegen bedienten sie sich der Mafsstäbe von mehrern Fufsen, namentlich des zehnfufsigen *Decapus* (δεκάπους) = 9,4776 par. F. oder 3,078 Metern. Sofern aber das *Xylon* (ξύλον) als Mafs vorkommt, wird es blofs beim Holze gebraucht und bezeichnet wahrscheinlich einen Stofs von 4,2694 par. F. oder 1,3854 Meter Seite, ... so grofs wird die Länge des *Xylon* angegeben.

Das Hauptmafs für trockne Sachen bei den Griechen war der *Medimnus* (μέδιμνος), meistens auch die attische Medimne genannt und hauptsächlich für Kornmafs bestimmt. Nach Romé de l'Isle betrug dasselbe nahe genau 71 franz. Pfunde und enthielt 2268 franz. Kub.-Zolle. Das nächst kleinere war die *Metreta* (μετρητής), wovon 1½ auf den Medimnus gehen, wenn von trockenen Sachen die Rede ist, doch wird sie auch der römischen Amphora gleichgesetzt und bezeichnet überhaupt ein Kubikmafs, welches irgend ein übliches Längenmafs als Seite hat, kommt daher als solches auch von ungleicher Gröfse bei verschiedenen Völkern vor. Eigentliches Getreidemafs bei den Griechen war dagegen der *Hecteus* (ἑκτεύς, soviel als ἕκτος), der sechste Theil des Medimnus, von 378 Kubikzoll, der halbe *Hecteus* (ἡμιεκτέον oder ἡμίεκτον) von 189 Kubikzoll ... der *Chönix* (χοῖνιξ) von 47,25 Kubikzoll Inhalt. Aufserdem wurden zwar der *Chus* und der *Xestes* auch für Korn gebraucht, und dann betrug letzterer die Hälfte des *Chönix* = ... Kubikzoll, ersterer 141,75 Kubikz., allein eigentlich waren diese für Flüssigkeiten bestimmt. Diese waren nämlich ... *Kadus* (κάδος, wahrscheinlich ionisch von χάω oder ... aufnehmen, auffassen) oder *Diota* (διώτη, von den zwei Ohren oder Handgriffen), welcher 90 Pfund Flüssigkeit fasste, ein halb so grofses Gefäfs *Amphoreus* oder *Chus* (ἀμφορεὺς, χόος oder χοῦς), so viel als der römische *Congius*, 45 Pfund, der *Xestes* (ξέστης), so viel als der *Sextarius*, 1 Pfund ... Unzen, die *Cotyle* (κοτύλη, auch κότυλος) von 7,5 Unzen, ... Quartier (τέταρτος) oder der vierte Theil des *Xestes* von ... Drachmen (jede zu 63 franz. Grains), das *Oxybaphium* (ὀξύβαφιον) der vierte Theil der Cotyle oder 15 Drachmen, ... Becher, *Kyathus* (κύαθος), von 10 Drachmen, welcher zwei *Konchen* (κόγχη) von 5 Drachmen und vier Löffel, *Mystra* ...

1 Alle diese Bestimmungen nach Romé de l'Isle.

τρον, auch μύστρος), von 2,5 Drachmen enthielt, die *Cheme* η), deren es zwei, die grofse von drei, die kleine von rachmen gab. Endlich soll auch der gewöhnliche *Löffel* λιάριον) bei den Griechen als kleinstes Mafs gedient haben.

Sehr schwierig ist es, die Gewichte der alten Völker, nalich auch der Griechen, nach ihrem genauen Werthe zu immen, wovon die Ursache theils in dem Mangel einer rfen Feststellung überhaupt, theils in dem Umstande zu en ist, dafs gerade die Gewichte der Metalle, weldie Münzen enthalten sollten, von denen verschieden wadie sie in der Wirklichkeit hatten. Ein sehr allgemein reitetes Gewicht bei den alten Völkern war das *Talent* αντον, von ταλάω, τλῆμι, ich trage, die Waage oder auch Gewogene). Es gab sehr ungleiche Talente und überit kann eine, den neuern Zeiten eigenthümliche, scharfe immung dabei nicht angenommen werden, wie schon darerhellt, dafs unter andern die Römer in dem Vertrage Antiochus festsetzten, unter welches Gewicht die be;enen attischen Talente nicht herabgehn sollten [1]. Inzwia giebt Romé de l'Isle nach den Bestimmungen der al- Schriftsteller folgende übliche Talente mit den ihnen rechtig gleichkommenden Gewichten nach französischen Pfunan; das gangbarste, sogenannte attische oder auch Korinhe, grofse Talent = 54 Pf. 11 Unzen, das kleine attische das gemeine = 41 Pfd. 2 gros, das äginetische = 91 Pfd. ız. 2 gros 48 grains, das alexandrinische = 82 Pfd. 4 gros, Talent von Rhegium = 68 Pfd. 5 Unz. 6 gros, das italiehe oder *Centumpondium* der Römer [2] = 65 Pfd. 10 Unz., babylonische = 47 Pfd. 13 Unzen 5 gros, das ägyptische rhodische = 27 Pfd. 5 Unz. 4 gros und das syrische oder ımäische = 13 Pf. 10 Unz. 6 gros.

Jedes Talent hielt 60 *Minen* (μνᾶ, zusammengezogen aus), und es mufste daher von dem letztern Gewichte, einem iten Pfunde, so viele Arten geben, als von dem erstern. e waren: die grofse attische Mine = 14 Unz. 4 gros 48

---

1 Liv. Hist. XXXVIII. cap. 38.

2 Es ist dieses kein eigentliches Talent, aber einige Schriftstelıennen ein Gewicht von 100 röm. Pfunden so, weil 100 griech. ɪn ein Talent machten.

Spitze des Zeigefingers, gerechnet zu 1,5 Fuſs und 0,4434 Me-
tern gleichkommend. Eine Verbindung des Fuſses und der Hand-
breite gab den *Palmipes* von 1,25 Fuſs oder 0,3695 Meter.

Auf die Beibehaltung der genauen Länge des Fuſses schei-
nen die Römer viele Sorgfalt verwandt zu haben, wie dies
bei der Gröſse und dem Ebenmaſse der von ihnen aufgeführ-
ten Gebäude ganz nothwendig war, aber mit noch grö-
Sorgfalt haben die Alterthumsforscher sich bestrebt, die ei-
gentlichen Länge desselben aufzufinden, wozu auſser der Mes-
sung noch vorhandener Meilen und genau beschriebener Denk-
mäler der Baukunst insbesondere die eingehauenen oder
Etalons noch vorhandenen Exemplare dienen. Der letzt
giebt es vier auf dem Capitole, welche zusammen gem
und durch 4 getheilt im Mittel 0,2959 Meter geben. Jom
hat die sämmtlichen frühern 24 Messungen zusammenge
und mit Ausschluſs von zwei nicht gehörig begründeten
den übrigen 22 das Mittel genommen, wonach der röm. F
0,2959 Meter oder 131,14 par. Lin. beträgt, genau die G
des auf dem Grabe des STATILIUS eingehauenen[2]. Diese B
stimmung trifft sehr genau mit derjenigen überein, we
CAGNAZZI[3] mitgetheilt hat. Es betrugen nämlich 6 in E
no gefundene Etalons 0,29435; 0,29432; 0,29145; 0,
0,29630; 0,29620, im Mittel also 0,29450 Meter. Von
Etalons im Museum des Louvre miſst der am besten
tene 0,29630 Meter[4]. Der Fuſs enthielt vier *Palmen* (
die flache Hand), also jede = 0,07397 Meter, und 12 *Zoll*
überhaupt der 12te Theil einer gegebenen Gröſse, nicht *p*
lex, welches nur bei spätern Schriftstellern als der
Theil eines Fuſses vorkommt), welche dann, wie die
bei den Gewichten, wieder in verschiedene kleinere T
durch Halbiren u. s. w. getheilt wurden[5]. Nicht ächt röm

1 Recueil d'Obs. p. 189.

2 ROMÉ DE L'ISLE nimmt 130,6 Lin. an, welches nur einen U
terschied von — 0,54 Lin. giebt.

3 Bibliot. Ital. 1827. Luglio. Ein gröſseres Werk von CAG
nämlich: Ueber den Werth der Maſse und Gewichte der alten R
u. s. w., übers. von A. v. SCHÖNBERG. Kop. 1828., ist mir nicht
bekannt.

4 L'Institut 1835. No. 119. p. 266.

5 Vergl. unten bei den Gewichten die *Uncia*.

rn neuer ist die Breite eines Fingers, *digitus*, deren 4 ine Palme, also 16 auf einen Fuſs gerechnet werden, neuerem Maſse = 0,018472 Meter. Folgende Tabelle also eine Uebersicht der gesammten römischen Längen- und ihres Werthes in Metern.

	Milliar.	Pertica	Passus	Cubitus	Palmip.	Pes	Palma	Uncia	Digitus	Meter
Iter	18,75	9375	18750	62500	75000	93750	375000	1125000	1500000	27708,2
Milliar.		500	1000	3333,3	4000	5000	20000	60000	80000	1477,78
Pertica			2	6,66	8	10	40	120	160	2,956
Passus				3.33	4	5	20	60	80	1,478
Cubit.					1,2	1,5	6	18	24	0,4434
Palmip.						1,25	5	15	20	0,3695
Pes							4	12	16	0,2959
Palma								3	4	0,0739
Uncia									1,33	0,02463
Digitus										0,018472

.u Flächenmaſsen gebrauchten die Römer alle die ange- en Längenmaſse, mit Ausnahme der Tagereise und der

Meile, auf gleiche Weise, als dieses bei den Neuern geschieht
Als Feldmafs diente ihnen jedoch hauptsächlich das Juche
jugerum, oder so viel, als ein Gespann Ochsen in einem T
umpflügt. Nach Jomard betrug dasselbe eine rectangul
Fläche von 240 F. Länge auf 120 F. Breite oder 28800 r.
Quadratfufs oder 2521,6 Quad. Meter. Als vorzügliches
Fruchtmafs diente ihnen der *Modius*, ein Scheffel, dessen I
halt Romé de l'Isle zu 432 par. Kubikzollen und an Gewi
= 13 Pfund 8 Unzen angiebt. Es wurde nach ganzen u
halben Modien gerechnet; das nächst kleinere Mafs war je
der *Sextarius*, die *Metze*, deren 16 auf einen Modius gi
gen, so dafs sein Inhalt 27 Kubikzolle und sein Gewicht
Unzen 6 gros betrug. Dieses diente zugleich als ein M
für Flüssigkeiten und hatte dann mehrere Unterabtheilung
die jedoch schwerlich für trockene Sachen gebräuchlich w
ren. Für Flüssigkeiten hatten die Römer ein Mafs, welch
dem Fuder der jetzigen Zeit gleichzusetzen ist, indem
rechnete, dafs zwei Ochsen dasselbe auf einem Wagen
ziehn vermöchten, nämlich den *Culeus*, eigentlich ein S
sonach also ein blofses Nominalmafs, 20 Amphoren hal
also dem Volumen nach 25920 par. Kubikzoll oder 15 K
fufs und also 1050 französ. Pfunden gleich. Das eigentl
Flüssigkeitsmafs war die *Amphora* (was man Eimer ne
könnte) oder *Quadrantal*, weil seine Gröfse gerade einen
Kubikfufs betrug und also 1296 Kubikzoll oder 52 Pfd. U
zen gleichkommt. Die *Amphora* wurde unmittelbar i
Sextarien getheilt, allein die Römer unterschieden zwi
beiden noch die *Urna*, die Hälfte einer Amphora, und
Congius oder den achten Theil der letztern, erstern = 6
Kubikzoll und 26 Pfd. 4 Unzen, letztern = 162 Kubikzoll
6 Pfd. 9 Unzen. Der sehr gebräuchliche *Sextarius* betrug
so dem Volumen nach 27 Kubikzoll und dem Gewichte
1 Pfd. 1 Unze und 4 gros und wurde in vier Quartier
theilt, doch war auch die Hälfte desselben, mindestens
spätern Zeiten, unter dem ursprünglich griechischen Nam
Hemina gebräuchlich. Kleinere Mafse waren das *Acetabu*
eigentlich ein Essiggefäfs, der Becher, *Cyathus*, und der L
Ligula. Werden sie sämmtlich zusammengestellt, so g
dieses folgende Werthe nebst ihrem Betrage in französ. Pfund
Unzen, gros und grains.

	Amphora	Urna	Congius	Sextar.	Hemina	Quartarius	Acetabulum	Cyathus	Ligula	℔.	U.	gr.	grains
Culeus	20	40	160	960	1920	3840	7680	11520	46080	1050	—	—	—
	Amphora	2	8	48	96	192	384	576	2304	52	8	—	—
		Urna	4	24	48	96	192	288	1152	26	4	—	—
			Congius	6	12	24	48	72	288	6	9	—	—
				Sextar.	2	4	8	12	48	1	1	4	—
					Hemina	2	4	6	24	—	8	6	—
						Quartarius	2	3	12	—	4	3	—
							Acetabulum	1,5	6	—	2	1	36
								Cyathus	4	—	1	3	48
									Ligula	—	—	2	66

Die Gewichte der Römer waren einfach und sie lassen sich in ihrem gegenseitigen Verhältnisse leicht übersehn. Ihr erstes ursprüngliches Gewicht dürfte das *As* gewesen sein, eigentlich ein *Pfund* (oder eine pfündige Kupfermünze), welches dann in 12 Unzen getheilt wurde. Das As bezeichnet sonach überhaupt die Einheit oder das Ganze, wurde aber für die Bezeichnung des allmälig leichter werdenden Geldes beibehalten und das eigentliche Pfundgewicht wurde durch *libra* (vom griechischen, ursprünglich sicilischen *λίτρα* abgeleitet) ausgedrückt, dieses dann aber gleichfalls in 12 Unzen abgetheilt. Wenn man nicht berücksichtigt, daſs auch die fremden Gewichte, namentlich die griechischen, den Römern zur Bezeichnung gröſserer Lasten bekannt waren, so gebrauchten sie hierzu das sogenannte italienische Talent, *centumpondium*, von 100 Pfunden. Bei weitem das gebräuchlichste Gewicht bei den Römern war die *Unze*, womit sie nicht bloſs 12 Gröſsen von einer Unze bis zu zwölf Unzen oder einem Pfunde bezeichneten, sondern die sie auch noch in Halbe und Viertel abtheilten und diese Abtheilung sogar auch auf Längenmaſse ausdehnten[1]. So war namentlich der Sextans bei ihnen als Längenmaſs eine Gröſse von 2 Zollen (*duae unciae*) und der *Sicilicus* der vierte Theil eines Zolles. Die kleinern Gewichte der Römer waren das *Scrupel* (*Scrupulum*, auch *scrupulus*, richtiger *scripulum*, *scriplum*, von *scrupulum*, ein Strichelchen, eine Kleinigkeit) oder *Gramm* (*gramma*, ursprüglich griechisch, *γράμμα*), soviel als 2 Obolen, der 24ste Theil einer röm. Unze. Das Scrupel wurde ohne mir bekannte besondere Bezeichnung wieder halbirt, aber in drei und sechs Theile getheilt, wovon ersteres durch *Lupinus*, letzteres durch *Siliqua* bezeichnet wurde[2]. Wenn die römischen Gewichte sämmtlich auf französische Pf[illegible]

---

1 Ideler in seiner gelehrten Abhandlung über die Maſse und Gewichte der Alten in den Berliner Denkschriften von 1812. S. [illegible] zeigt, daſs die Abtheilung des römischen Pfundes die nämliche ist, welche noch jetzt beim Apothekergewichte statt findet, und sich bis auf unsere Zeiten erhalten hat.

2 *Lupinus* findet sich wenigstens bei den ältern röm. Schriftstellern in dieser Bedeutung nicht, *siliqua* aber wird als der sechste Theil eines Scrupels vom Rhemn. Fann. de pond. et mens. 10. angegeben.

deren Unterabtheilungen zurückgeführt, so giebt dieses
ende Gröfsen:

Centumpondium	65 Pfd. 10 Unzen		
Libra oder As	10 —	4 gros.	
Deunx oder 11 Unciae	9 —	5 —	
Decuncis oder 10 Unciae	8 —	6 —	
Dodrans oder 9 Unciae	7 —	7 —	
Bes (bis triens) oder 8 Unciae	7 —	0 —	
Septunx oder 7 Unciae	6 —	1 —	
Semis, semissis (semi as) oder 6 Unciae	5 —	2 —	
Quincunx oder 5 Unciae	4 —	3 —	
Triens ($\frac{1}{3}$ As) oder 4 Unciae	3 —	4 —	
Quadrans ($\frac{1}{4}$ As) oder 3 Unciae	2 —	5 —	
Sextans ($\frac{1}{6}$ As) oder 2 Unciae	1 —	6 —	
Uncia		7 —	
Semuncia oder 0,5 Uncia		3 —	36 grains
Denarius oder 0,25 Uncia		1 —	54 —
Scrupulum (Scriptulum) $\frac{1}{24}$ Uncia			21 —
Lupinus oder $\frac{1}{3}$ Scrupulum			7 —
Siliqua oder $\frac{1}{6}$ Scrupulum			3,5 —

Die hier gegebene Uebersicht der Mafse und Gewichte
en alten Völkern ist für den vorliegenden Zweck, näm-
m etwa vorkommende Angaben von Bedeutung verstehn
uf neuere Bestimmungen zurückführen zu können, nach
r Ansicht vollständig genug. Inzwischen geben die zahl-
n, unser sich sehr verschiedenen und mit der Zeit viel-
wechselnden Münzen, deren Gewicht so festgesetzt war,
s eine bleibende Dauer haben sollte, noch eine gröfse
mannigfaltiger Gewichtsbestimmungen, die ich aber hier
geeignet weglasse[1].

Unter den neuern Werken verdient vorzügliche Beachtung J.
ax de ponderum, nummorum, mensurarum cet. rationibus apud
os et Graecos. Stuttg. 1821. 8. Nach Ideler in seiner erwähn-
handlung gehört zu den römischen Gewichten auch *Sescuncia*,
r (vermuthlich semissis que uncia) $= \frac{1,5}{12} = \frac{1}{8}$ und *drachma*,
te Theil einer Unze.

B. Mafsbestimmungen der neuern Zeiten.

Bei dem Uebergange der Wissenschaften und Künste von den Griechen zu den Römern und von dort zu den übrigen occidentalischen Völkern wurde zugleich die Kenntnifs der verschiedenen Mafse verbreitet. Inzwischen sind Mafse in ein jedes Volk nothwendig und man findet sie daher auch überall, namentlich aber ist die Länge des Fufses bei den europäischen Völkern fast ganz allgemein eingeführt. Ohne Zweifel ist diese Länge eine bei den verschiedenen Nationen ursprünglich erfundene, weil sonst kaum erklärlich seyn würde, wie so viele Ungleichheiten desselben statt finden könnten, wenn der römische oder griechische Fufs bei allen als Norm eingeführt worden wäre, und man würde dann auch sicher bei Entdeckung eingeschlichener Veränderungen auf diese wieder zurückgekommen seyn, da schon früh das Bedürfnifs einer unwandelbaren Bestimmung gefühlt, dessen Befriedigung aber auf sehr ungleiche Weise gesucht wurde. Die hieraus hervorgehende Aufgabe wurde auf eine zweifache Weise gelöst, indem man entweder für die schon bestehenden Mafse eine der Willkür nicht ausgesetzte unwandelbare Norm suchte, oder neue, auf eine in der Natur gegebene unveränderliche Grösse gegründete, einzuführen beabsichtigte. Rücksichtlich des ersten ist schon von frühern Zeiten her manches geschehen, doch war die in der neuesten Periode eingeführte höchste Genauigkeit damals noch nicht bekannt, und sofern daher solche nur noch einiges geschichtliches Interesse haben, verspare ich die Mittheilung der wichtigsten in dieser Beziehung gemachten Versuche bis zur Untersuchung derjenigen Mafse, auf welche sich die gethanen Vorschläge zunächst bezogen. Ungleich wichtiger sind die in der Natur selbst gegebenen unveränderlichen Gröfsen, welche einem neuen Systeme zur Grundlage dienen könnten, um so mehr, als die Frage bis jetzt noch nicht mit allgemeiner Einstimmung völlig entschieden ist.

Unter die gänzlich ungenügenden, in der Ausübung jedoch wahrscheinlich praktisch angewandten Methoden der Normalbestimmung gehört das von den deutschen Geometern mehrmals angegebene einer mittlern Bestimmung der Fu-

se[1]. JACOB KÖBEL[2] sagt darüber: „Man soll 16 Mann, in und grofs, wie die ungefehrlich nach einander aus der rchen gehen, einen jeden vor den andern einen Schuh llen lassen; dieselbige Lenge werde und solle seyn ein geht gemein Mefsrute, damit man das Feld messen soll." SER oder vielmehr WEIDLER[3] wollte gefunden haben, dafs Entfernung beider Pupillen bei erwachsenen Menschen eine tante Gröfse sey, und schlug diese daher als Grundmafs deren Gröfse er zu 2 Zoll 3 Lin. par. annahm, allein r Vorschlag ist schon hinsichtlich der schwierigen Meswo möglich noch weniger zweckmäfsig, als der vorige. eicher ist die Idee des ANDR. BÖHM[4], den Fallraum ei-Körpers in einer Secunde als Normalgröfse anzunehmen, nur nicht die directe Messung desselben fast unüberlichen Schwierigkeiten unterworfen wäre. Selbst die Zeller Bienen sind als Fundamentalgröfse empfohlen worden[5], der Voraussetzung, dafs diese jederzeit und in allen Ländern der völlig gleich sind, desgleichen mit mehrerem Grunde cheinbare Durchmesser der Sonne, welchen Fr. S. WILD[6] ttelst des Zirkels auf einer geschwärzten Glastafel in 5,5 stand vom Auge = 1,3 par. Decimallinien fand und des-lundertfaches also 130 par. Decimallinien oder 187,2 par. ecimallinien betragen würde. Hierbei ist jedoch übersehn n, dafs sich diese Gröfse durch die Veränderung des Abs vom Auge ändert, welcher also genau und zwar durch hon bestehendes Mafs gemessen werden mufs, dessen ches Vorhandenseyn aber die Aufsuchung eines andern issig macht. Unzulässige Vorschläge dieser Art liefsen ohl noch mehrere auffinden, wenn es der Mühe lohnte, fzusuchen.

ur zwei Gröfsen sind mit dem vollsten Rechte ihrer

C. CH. SCHRAMM's Saxonia monumentis viarum illust. Witeb. . 131.

Geometrey. Frankf. 1584. 4. p. 4.

De nova mensura corporum universali. Praes. J. F. WEIDLERI ... it C. G. SPINNER. Witeb. 1727.

Acta phil. med. Societatis acad. scient. principalis Hassiacae.

Leipziger Wochenblatt für Kinder. 1773. St. 110. S. 69.

Essay sur une mesure universelle cet. Laus. 1801.

zu messende Gröfse, welche tausendmal genommen 12 Li-
nien als Einheit der nächst kleinern Abtheilung, nämlich des
Zolls, giebt[1]. Noch neuerdings endlich hat Sabine die Länge
des Secundenpendels an einem bestimmten Orte der nordame-
ricanischen Staaten diesen als Basis ihres noch nicht defini-
regulirten Mafssystems vorgeschlagen[2] und auch Hansteen[3]
die norwegischen Mafse auf die Einheit der Länge des Secun-
denpendels unter 45° N. B. zurückgeführt.

Dafs nach Paucton schon die Aegyptier ihr Mafssystem
auf die Gröfse der Erde gegründet haben sollten, ist oben be-
reits als unwahrscheinlich angegeben worden, und auch später
ein Vorschlag dieser Art nicht bekannt geworden, so dafs
Gabriel Mouton, Astronom zu Lyon, als der erste gen
werden kann, welcher diese Idee äufserte[4]. Nach ihm
die Länge des Meridianbogens von einer Minute unter
Namen *milliare* oder Meile die Normaleinheit seyn,
Gröfse er aus der sehr unvollkommenen Messung Riccio
hernahm und die dann nach der Dekadik in *Centuria*,
curia, *Virga*, *Virgula*, *Decima*, *Centesima*, *Millesima*
theilt werden sollte. Auch später finde ich diese wa
riesenhafte Idee nicht weiter geäufsert, vielmehr scheint
erst damals gereift zu seyn und den Vorschlag, das ein
Secundenpendel als Normalmafs anzunehmen, verdräng
haben, als das lange geäufserte Bedürfnifs einer Mafs
in Frankreich mit dem Verlangen einer allgemeinen La
vermessung zum Behuf gleichmäfsiger Besteuerung zusam
fiel. Ohne Zweifel hat La Place den gröfsten Anth
dieser Idee und ihrer Ausführung, welche um so merkw
ger ist, als sie mitten in die Gräuel der Revolution fällt,
gleich aber wegen ihrer Grofsartigkeit nicht blofs dem
des Volkes, welches sie glücklich beendigte, unvergäng
Ruhm sicherte, sondern auch alle übrige Völker von
in dieser Beziehung abhängig machte, insofern bisher alle

1 Abgesehn von der Willkür in der Annahme der Weite
deutlichen Sehens setzt deren Bestimmung zu 144 Linien schon
Abtheilung voraus, die mithin nicht erst gefunden zu
braucht.

2 An Account of Experiments cet. p. 114.

3 Magaz. for Naturvitenskaberne. 1823. p. 162.

4 Observationes Diametrorum. Lyon 1670. p. 427.

gulirte Maſse mit dem pariser verglichen wurden und eben-
s auch künftig noch statt finden wird. Man darf mit
t die Toise von Peru und das hiernach bestimmte Meter
lgemeine primäre Fundamentalmaſse betrachten, wonach
übrige regulirt werden[1].

Wenn man fragt, welche von beiden Fundamentaleinhei-
en Vorzug habe, so ist es schwer, hierüber zu entschei-
und man ersieht leicht, daſs die Engländer im Allgemei-
ler erstern, die Franzosen der letztern den Vorzug ein-
:n, alle aber sind darüber einverstanden, daſs hierbei
sächlich zu berücksichtigen ist, welche nach dem gänzli-
Verluste aller genauen Etalons, was nur mit einem völ-
Untergange der bestehenden Cultur und der Wiederkehr
er und allgemeiner Barbarei verbunden seyn könnte, am
esten, insbesondere aber am sichersten wieder herzustel-
wäre. Gegen das Secundenpendel läſst sich einwenden,
es eine kleine Gröſse ist und ein geringer Fehler bei
Bestimmung durch Vervielfachung bedeutend vergröſsert
statt daſs ein Quadrant der Erde immerhin um eine
iche Gröſse unrichtig gefunden seyn kann, ohne daſs die-
ıf den zehnmillionsten Theil einen bedeutenden Einfluſs
Dagegen ist die Messung des Secundenpendels eine ver-
ſsmäſsig kleine und leichte Operation in Vergleichung
er langwierigen und kostspieligen Aufgabe der Messung

La Place in Système du Monde. Par. 1824. I. p. 135. sagt
er: „On ne peut voir le nombre prodigieux de mesures en
, non seulement chez les différens peuples, mais dans la même
n; leurs divisions bizarres et incommodes pour les calculs; la
alté de les connaître et de les comparer; enfin l'embarras et les
es qui en resultent dans le commerce, sans regarder comme
les plus grands services que les gouvernemens puissent rendre
société l'adoption d'un système de mesures dont les divisions
rmes se prêtent le plus facilement au calcul, et qui dérivent de
nière la moins arbitraire d'une mesure fondamentale indiquée
. nature elle-même. Un peuple, qui se donnerait un semblable
ne, réunirait à l'avantage d'en recueillir les premiers fruits
de voir son exemple suivi par les autres peuples dont il de-
rait ainsi le bienfaiteur; car l'empire lent mais irrésistible de
ison l'emporte, à la longue, sur les jalousies nationales, et
nte tous les obstacles qui s'opposent au bien généralement

mehrerer und weit von einander entfernter Grade des elliptischen Erdsphäroids, da das Ausmessen des ganzen Quadranten unter die unmöglichen Probleme gehört. Gegen beide Methoden findet ein aus gemeinschaftlicher Quelle entsprungener Einwurf statt. Die Länge der Pendel ist unter verschiedenen Breiten ungleich, und wiewohl es möglich ist, die hieraus entspringende Ungleichheit zu corrigiren und die Länge des unter einer gegebenen Breite $= \varphi'$ zu bestimmenden Pendels aus der unter einer andern $= \varphi$ gemessenen zu finden, so ist man doch bei keiner einzelnen Messung gegen den Einfluss örtlicher, von der geognostischen Beschaffenheit abhängiger Einflüsse gesichert. Dagegen scheint auch die Krümmung des elliptischen Erdsphäroids nicht überall gleich zu seyn, und man könnte daher durch eine neue Messung in andern Gegenden als wo die bisherigen ausgeführt wurden, eine abweichende Bestimmung des hierauf gegründeten Normalmafses erhalten[1].

Nimmt man alles, was sich hierüber sagen läfst, zusammen, so scheint mir folgendes Resultat hervorzugehn. Soll jemals durch die oben angegebenen Bedingungen das Bedürfnifs, die jetzt bestehenden Mafse wieder herzustellen, herbeigeführt werden, so gebührt der Gradmessung zur Auffindung einer in der Natur selbst gegebenen Normaleinheit mindestens einiger Vorzug, wenn gleich beide Methoden so lange zulässig bleiben, als nicht mit der Zerstörung der Erde selbst ihre Form, Anziehungskraft und Rotation verändert wird. Es ist aber gewifs, dafs das Verlangen, die Gröfse der Erde und den Inhalt gewisser grofser Länder zu kennen, dem Bedürfnisse einer Mafsregulirung vorausgeht oder gleichmäfsig damit fortschreitet, und so werden also ausgedehnte geodätische Messungen ohnehin veranstaltet werden. Ist dann die Wissenschaft und Kunstfertigkeit so weit fortgeschritten, dafs die Pendellängen genau gemessen werden können, was nicht geringen Schwierigkeiten unterliegt, so geben gewifs auch die Gradmessungen ein genügendes Resultat, um daraus den Quadranten der Erde als natürliche Basis des Mafssystems ab-

1 Vergl. Hutton Dict. T. I. p. 88. T. II. p. 600. Sabine Account of Experiments ect. p. 364. Delambre in Base du Syst. metr. T. III. p. 301 ff. Edinb. Review. T. IX. p. 378. Hauy a. a. O. und andere.

inden, bei deren Gröfse die daraus zu entnehmende Ein-
t von der Wahrheit nicht merklich abweichen kann.

a) Französische Mafse.

In einem seit langer Zeit Gewerbe und Handel eifrig
reibenden Staate, wie Frankreich ist, mufste schon frühzei-
das Bedürfnifs einer genauen Regulirung des Mafssystems
ihlt werden. Daher beschäftigte sich schon das Conseil
iig Philipp's des Langen 1321 mit dem Vorschlage zur
führung gleicher Mafse und Gewichte, wurde aber durch
Fürsten und Prälaten an der Ausführung gehindert, und
nso blieben die Anregungen unter Ludwig XI., Franz I.,
iriich II., Carl IX., Heinrich III. und Ludwig XIV.
e Erfolg. Nach mehrern vergeblichen Wiederholungen der-
en wurden 1788 die Wünsche nach einem im ganzen Lan-
gleichmäfsigen Mafssysteme in den Registern verschiedener
ater eingezeichnet. Als sich im folgenden Jahre die Aem-
(*Baillages*) versammelten, um ihre Deputirten zu wählen,
en die Städte Paris, Lyon, Rheims, Dünkirchen, Rouen,
nes, Orleans, St. Quentin, Metz, Chalons u. s. w. aus-
:klich auf die Abschaffung der verschiedenen Mafse an,
nur zu Mifsbräuchen und Betrügereien, besonders aber zu
rückungen, Anlafs gäben[1]. In Folge hiervon brachte Tal-
rand-Perigord 1790 die Sache vor die constituirende Ver-
mlung, am 6. Mai legte de Bonnai seinen Bericht dar-
r vor, und zwei Tage darauf wurde der Beschlufs gefafst,
König zu bitten, dafs er den König von England auf-
ern möge, dieses Geschäft durch Commissarien aus der
zösischen Akademie und der königlichen Societät in Lon-
gemeinschaftlich besorgen zu lassen. Diese sollten näm-
vereint in gleicher Anzahl von beiden unter dem 45sten
de N. B. oder an irgend einem andern gelegenen Orte die
ge des einfachen Secundenpendels finden und diese einem
eränderlichen Mafssysteme zum Grunde legen. Dieser Be-
ufs wurde am 22. August sanctionirt und der Akademie
Gutachten abgefordert, welches die von dieser ernannten
nmissarien de Borda, La Grange, La Place, Monge

1 Tableau comparatif des demandes des trois ordres. p. 186.

und Condorcet am 19. März 1791 überreichten[1]. Schon im Jahre 1790 schlug der Ingenieur-géographe Bonné vor, einen Theil des Aequators als Einheit unter dem Namen Aequatorialfuſs anzunehmen, welcher um etwas mehr als 1 Zoll grö-ſser als der königliche seyn sollte[2]. Die Commission meynte, das Secundenpendel unter dem 45. Breitengrade sey zwar allen andern Pendeln vorzuziehn, allein es sey eine durch eine zweite nothwendige Gröſse, die Zeit und eine zweite willkürliche, die Eintheilung in Secunden, bedingte Einheit, und da man doch im Groſsen die Entfernungen auf der Erdoberfläche mäſse, so sey es unnatürlich, solche von der kurzen Länge des Pendels herzunehmen. Es bleibe daher nur die Wahl zwischen einem Quadranten des Aequators und des Meridians. Unter beiden fiel das Gutachten entschieden zum Vortheil des letztern aus, weil die Regelmäſsigkeit der Erde unter dem Aequator nicht mit gröſserer Gewiſsheit anzunehmen sey, als unter den Meridianen, auſserdem die Messungen der Längengrade gröſsere Fehler zulieſsen und unter dem Aequator nicht so gut zu bewerkstelligen seyen, als der Breitengrade, und weil endlich jeder Bewohner der Erde sich unter einem Meridiane befinde, nur wenige aber unter dem Aequator. Man solle daher einen hinlänglich langen Bogen von Dünkirchen bis Barcelona messen, hieraus die Länge des Quadranten bestimmen und den zehnmillionsten Theil hiervon als Einheit annehmen. Es müsse dann aber sowohl beim Kreise, als auch bei dem Normalmaſse und den davon abgeleiteten, die decimetische Abtheilung eingeführt, jede willkürliche dagegen verworfen werden[3]. Auf die so erhaltene Normallänge lasse sich dann leicht eine Basis der Capacitäten und Gewichte gründen, wenn man dazu ein gewisses Volumen destillirtes Wasser von einer bestimmten Temperatur, entweder des Aufthaupunctes oder der gröſsten Dichtigkeit, im luftleeren Raume gewogen,

1 Mém. de l'Acad. 1788. p. 7.

2 Principes sur les mesures en longueur et en capacité etc. Par. 1790.

3 Schon etwa acht Jahre früher verwandte sich La Grange bei dem *Board of Longitude* dafür, daſs beim Kreise und überall die Abtheilung nach 10 eingeführt werden möge. Von dort sollten auch die Fonds entnommen werden, um alle Tafeln umzudrucken. V. Zach allg. geogr. Ephem. 1799. Jan. S. 50.

men wolle. Durch die angegebene Gradmessung habe man Vortheil, dafs beide Endpuncte unveränderlich und im Spie- des Meeres gelegen wären. Man solle dann zugleich unter N. B. die Schwingungen zählen, welche ein Pendel von Länge des zehnmillionsten Theils des Quadranten im Spie- des Meeres bei 0° C. und im luftleeren Raume mache, um ie Länge durch Beobachtungen sofort wieder aufzufinden; h sey es nicht nöthig, diese schon zu kennen, da sie aus Schwingungen eines Pendels von beliebiger Länge durch hnung sich bestimmen lasse. Endlich müsse dann das Ver- nifs der alten Mafse zu den neuen genau bestimmt wer- . Uebrigens sey der 45ste Grad nicht in Beziehung auf nkreich gewählt, sondern blofs deswegen, weil in diesem mittlere Länge des Pendels mit der mittlern der Gradbo- zusammenfalle.

Dieses Gutachten wurde am 26. März 1791 der National- sammlung vorgelegt, vier Tage nachher der Vorschlag sanc- irt und der König ersucht, die schon vorher von der Aka- nie erwählten Commissionen zu autorisiren, die Operatio- ı sogleich anzufangen. Dieses geschah, und weil man Bor- s Repetitionskreis bei seiner Kleinheit so genau gefunden te, so verfertigte Lenoir vier andere etwas gröfsere da- h, ferner die grofsen Mafsstäbe von Platin zum Messen der is, einen andern zum Messen der Pendellänge, eine Kugel ı Gold und eine zweite von Platin für die Pendel, und am Juni 1792 fingen Cassini und de Borda die Messungen Pendelschwingungen in Paris an. Méchain und Delam- :, welche die beiden grofsen Abtheilungen der geodätischen rationen besorgten, hatten mit unglaublichen, aus der Re- ıtion entspringenden Schwierigkeiten zu kämpfen und wur- , namentlich Delambre, 1792 mitten in ihren unvollen- m Arbeiten durch Auflösung der Akademie unterbrochen[1]. ch zwei Gesetze vom 18. Brumaire und 28. Germinal wur- Berthollet, Borda, Brisson, Coulomb, Delambre, uy, Lagrange, Laplace, Méchain, Monge, Prony und ndermonde ernannt, die angefangenen Arbeiten bis zur lendung fortzusetzen. Hierzu wurden jedoch mehrere Jahre

---

1 Mém. de l'Acad. 1789. p. 6. Instruction sur les mesures dé- :es de la longueur de la terre. Par. an. 2.

erfordert und während dieser Zeit den obersten Staatsbehör-
den wiederholt Berichte abgestattet. Inzwischen nahm man
schon vorläufig durch ein Decret vom 1. August 1793 und 18
Germinal an 3 eine Normallänge des Meters zu 443,443 Li-
nien der Toise von Peru an, in der Voraussetzung, daſs die
aufgefundene wahre Länge hiervon nicht merklich abweichen
würde[1].

Um aus den Messungen das Meter mit absoluter Gewiſs-
heit zu finden, müſste eigentlich der ganze Quadrant gemes-
sen seyn, und da dieses unmöglich ist, vielmehr die Länge
des Quadranten aus den einzelnen Graden durch Rechnung
gefunden werden muſs, hierbei aber die Abplattung als noth-
wendiges Element erforderlich ist, die dann wiederum erst
aus der Ungleichheit der verschiedenen Grade gefunden werden
kann, so muſste bei der Berechnung allezeit einige Ungewiſs-
heit wegen der unvermeidlichen Messungsfehler übrig bleiben.
Die Länge des Meters fiel daher verschieden aus. Nach der
Berechnung des van Swinden in seinem Berichte schwankt
sie zwischen 443,2959942 und 443,296 Linien der Toise von
Peru, nach Delambre's Rechnung zwischen 443,3279942 und
443,328 solcher Linien[2], anderer Angaben nicht zu gedenken,
welche jedoch den mitgetheilten sehr nahe kommen, indem
diese Gröſse nach Delambre für eine Abplattung von $\frac{1}{150}$ zu
Linien 443,22487 und für $\frac{1}{310}$ dagegen 443,31225 beträgt.
Weil man aber eine definitive Bestimmung haben muſste, so
wurde durch ein Decret vom 19. Frimaire an 8 das legale
Meter einer Metallstange gleich gesetzt, welche selbst bei 0°
C. Temperatur auf der normal bestimmten Toise von Peru bei
16°,25 Cent. der letztern 443,296 Linien miſst[3], weil die
Länge dieser Toise auf diese Temperatur als die normale re-
ducirt war.

Daſs diese Gröſse und Gradmessungen mit groſser Ge-
nauigkeit wieder aufgefunden werden könne, auf jeden Fall
daſs die Abweichung nur unmerklich seyn würde, unterliegt

1 Base métrique. T. III. p. 433. Vergl. Rapport sur la vérifi-
cation du mètre. à Paris Thermid. an. 8.

2 Base métrique. T. III. p. 138 u. 103. Vergl. ebend. p. 228 u.
a. a. O.

3 Ebend. p. 140.

inem Zweifel und geht schön aus demjenigen hervor, was reits oben[1] aus den seit jener Zeit bedeutend vermehrten radmessungen und Pendelbeobachtungen gefolgert worden ist. iernach beträgt nämlich für eine Abplattung $= \frac{1}{289,1}$ die inge des Grades unter 45° N. B. 57007 Toisen, welche Größe mit 90 multiplicirt den zehnmillionsten Theil 443,2865.... Linien giebt. Noch genauer erhält man diese öſse auf folgende Weise. Der Halbmesser eines Kreises, welcher mit dem Meridiane bei der angegebenen Abplattung eine iche Größe hat, wird durch die Formel

$$R = a(1 - \frac{1}{4}e^2 - \frac{3}{64}e^4 - \ldots)$$

funden. Es ist dann

$$\text{Log. } R = 6,5140553$$
$$\text{Log. } 2 = 0,3010300$$
$$\text{Log. } \pi = 0,4971499$$

$$\text{Log. d. Meridians} = 7,3122352 \text{ in Toisen}$$
$$\text{Log. } 4 = 0,6020600$$

$$\text{Log. d. Quadranten} = 6,7101752 \text{ in Toisen}^{[2]}$$
$$\text{Log. } 864 = 2,9365137$$

$$- \; 7 = 2,6466889 \text{ in Linien} = 443,291,$$

lche Größe nur um 0,005 Lin. kleiner ist, als die gesetzt bestimmte des Meters.

Nach der Beendigung der grofsen Operation kamen viele ehrte nach Paris, um das neu regulirte Mafs kennen zu ien und mit den in ihren Ländern üblichen zu verglein, z. B. Aenae und van Swinden von der batavischen publik, wovon Letzterer zu der Bericht erstattenden Comsion gehörte, Balbe und nachher Vassalli aus Sardinien, ige aus Dänemark, Ciscar und Pedrayes aus Madrid, broni aus Toscana, Franchini aus der römischen Relik, Mascheroni aus der cisalpinischen Republik, Multo aus der ligurischen Republik und Tralles aus der

---

1 S. *Erde*. Bd. III. S. 933.

2 Hiernach ist die Gröſse des Quadranten in Toisen = 5130683. legale Gröſse desselben wurde zu 5130740, also 57 Toisen gröſser, nommen.

Schweiz. Als Mittel, um den höchsten Grad der Genauigkeit bei diesen Vergleichungen der Längen der neuen Mafsstäbe mit den alten zu erreichen, diente der *Comparateur*[1]. Unter verschiedenen in Vorschlag gebrachten Benennungen des Normalmafses und seiner Vielfachen sowohl als auch Unterabtheilungen wählte man die namentlich durch VAN SWINDEN empfohlene, wonach die Vielfachen des Meters durch griechische, die Theile desselben durch lateinische Namen bezeichnet werden, beide nach dem dekadischen Systeme. Hieraus entstanden daher nach dem Gesetze vom 13. Brumaire an 9 die Benennungen *Myriameter*, *Kilometer*, *Hektometer* und *Dekameter*, dann *Decimeter*, *Centimeter* und *Millimeter*.

Durch eine Commission, an deren Spitze LEFÈVRE-GINEAU stand, wurden demnächst auf das neue Längenmafs die Mafse des Inhalts und die Gewichte gegründet. Für diesen Zweck verfertigte FORTIN einen hohlen messingnen Cylinder, dessen Beschaffenheit so war, dafs er mit einem nicht großen Uebergewichte in destillirtem Wasser unterging, damit die Wägungen desselben feiner ausfallen sollten. Durch ähnliche Mittel, als bei der Messung des Meters angewandt worden waren, wurde die Gröfse desselben mit möglichster Schärfe bestimmt, die Wägung desselben sowohl als auch die der gebrauchten Gegengewichte wurde auf den leeren Raum reducirt, die Wägung im Wasser bei 0°,3 C. angestellt, aber weil sich fand, dafs das Wasser bei 4° C. seine gröfste Dichtigkeit habe, so mufste auch hierfür eine Reduction vorgenommen werden. Als verglichenes Gewicht diente das von 50 Mark, genannt *Pile de Charlemagne*[3] (welches jedoch vom König Johann aus dem 14ten Jahrhundert abstammen soll), und es fand sich, dafs nach allen Correctionen und mit Anwendung der größten Sorgfalt, die durch LEFÈVRE-GINEAU und FABBRONI angewandt wurden, das Gewicht eines Kubik-Decimeters de-

---

1 Vergl. Art. *Comparateur*. Bd. II. S. 175. Die Vergleichung selbst wurde hauptsächlich durch BRISSON und DE BORDA angestellt. S. Rapport sur la vérification du mètre.

2 Die hierzu erforderlichen Methoden und Gröfsen sind im Art. *Gewicht, spec.*, angegeben.

3 Es ist dieses das nämliche französische Normalgewicht, womit TILLET 1766 die verschiedenen ausländischen verglich. S. Mém. de l'Acad. 1767. p. 350.

llirten Wassers auf den luftleeren Raum reducirt im Puncte der gröfsten Dichtigkeit 18827 grains oder 2 Pfund 5 gros grains betrage, welches unter dem Namen *Kilogramme* als rmaleinheit angenommen wurde. Hiernach wiegt der par. bikfufs Wasser bei 0° C. 70 Pfd. 130 grains und bei 4° C. Pfd. 223 grains. Auf diese Weise war also das Kilogramm Gewichtseinheit bestimmt und erhielt sowohl Unterabtheigen, als auch Vielfache, gleichfalls nach dem dekadischen teme und jene aus dem Lateinischen, diese aus dem Griechen hergenommen. Nicht minder aber ergaben sich hier die Mafse der flüssigen und trocknen Substanzen, bei dedas Gewicht eines Kubikdecimeters destillirten Wassers im eeren Raume gewogen und im Puncte seiner gröfsten Dicheit als Einheit, unter dem Namen *Liter*, mit dekadisch immten Theilen und Vielfachen eingeführt wurde.

Die mit diesem Geschäfte der Mafsregulirung beauftragten missarien übergaben nach Beendigung desselben dem geebenden Körper die auf das genaueste gearbeiteten Noraſse, um sie mit gröfster Sorgfalt aufzubewahren, indem ur in aufserordentlichen Fällen zur Verificirung gebraucht len sollten, wozu für gewöhnlich secundäre Mafse verlt wurden. Jene waren zuerst ein Meter von Platin, *étaorimitif* genannt, dann ein Kilogramm von Platin, welbeide durch eine Commission, an deren Spitze La Place , am 4ten Messidor des Jahrs 7 der Republik (22. Jun.) in das Archiv der Republik gebracht und dort niedert wurden. Mit diesen genau übereinstimmend waren zeitig zwei stählerne Meter, an den Enden von Messing, ein Kilogramm von Messing verfertigt, um bei der Mafsrung als Norm zu dienen, noch wichtiger aber war ein *étalon primitif* ganz gleiches Meter von Platin und ein ramm von dem nämlichen Metalle, welche beide unter hme eines gültigen Documentes auf der Sternwarte nieegt und unter die Aufsicht des *Bureau des Longitudes* lt wurden [1], wo sich zugleich der bei den Vergleichungebrauchte *Comparateur* [2] von Lenoir und die Waage

Connaissance des temps pour 1808.

S. dies. Art. Bd. II. S. 175. Eine Beschreibung der Wiener rateurs findet man im Jahrb. d. polyt. Inst. Bd. XVIII. 149.

von Fortin befindet. Die Vergleichung beider Etalons ergab, dafs das primitive das kürzeste ist, aber der Unterschied beträgt weniger als den zwölfhundertsten Theil einer Linie und liegt also aufser den Grenzen der Beobachtung. Ebenso befinden sich auch die Originalmanuscripte der ganzen Messung [1].

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs sonst nirgends ein ursprünglich in seiner natürlichen Basis so wohl begründetes, vollständiges und durch innere Consequenz ausgezeichnetes Mafssystem existire, als das französische, und auf diesen seinen innern Werth, das Erzeugnifs der Anstrengungen einer Menge hochberühmter Gelehrten, ist dann auch der allgemeine Beifall gegründet, welcher demselben von Anfang an zu Theil wurde. Dabei läfst sich indefs folgender Mangel nicht in Abrede stellen. Ein dekadisches Mafssystem ist zwar in wissenschaftlicher Hinsicht und namentlich für die Rechnung und schriftliche Mittheilung das bequemste und vollendetste, allein für den praktischen Gebrauch, insbesondere bei dem Volke bis zu den niedrigsten Classen herab, ist es nicht blos unbequem, sondern auch selbst zu schwierig in Beziehung auf die Vorstellung desselben. Der ungebildete Verstand erfafst und übersieht in seiner Vorstellung leicht die einfachsten rationalen Gröfsen-Verhältnisse von 1 zu 2 und dann zu 4, von 1 zu 3 und dann zu 6, aber von 1 zu 10 und dann zu 100 und so fort ist ein zu grofser Abstand. Es läfst sich allerdings hiergegen einwenden, dafs das frühere Verhältnifs vom Fufse zum Zolle sogar noch entfernter, nämlich von 1 zu 12, gewesen sey; allein auch dieses war und ist noch

---

1 Vollständige Nachricht über dieses grofse Unternehmen enthält Base du Système métrique décimal, ou mesure de l'arc du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone, exécutée en 1792 et années suivantes, par MM. Méchain et Delambre. T. I. Par. 1806. T. II. Par. 1807. T. III. Par. 1810. 4. Nächstdem am ausführlichsten in Annales de Chimie XX. p. 189 ff. Aufserdem findet man Arbogast's Bericht an den National-Convent vom 13 ... 1791. in Journ. de Phys. T. XLIII. p. 169., den Bericht von Borda, La Grange und Monge an die Akademie ebend. p. 181. und Berichte an das National-Institut vom 29. Prairial an 7 über Messung des Bogens und die Normal-Mafsbestimmungen in Journ. de Phys. XLIX. p. 98 u. 161.

s denen geläufig, welche sich als Handwerker oder Künst- durch langen Gebrauch damit bekannt gemacht haben, statt das Volk im Ganzen mehr halbirte, also von der Ein- im Fuſs und in der Elle zu der Hälfte und dem Viertel bis tel oder vielmehr halben Viertel überging. Auſserdem te es für einen jeden ruhigen Staat eine Unmöglichkeit , die durch vieljährigen Gebrauch gewohnten Maſse in r solchen Weise gänzlich zu verdrängen und mit neuen zu uschen, als dieses in Frankreich durch die Einwirkung alles zerstörenden und umgestaltenden Revolution möglich ; inzwischen haben sich auch dort, der geschärftesten Ver- ungeachtet, im gemeinen Leben noch einige der alten e erhalten und wieder eingeschlichen. Andere Staaten n daher bei ihren spätern Maſsbestimmungen wohl gethan, die einmal bestehenden zu reguliren, unbedeutend abzu- rn und auf unwandelbare Normen zurückzuführen.

Rücksichtlich der eingeführten Nomenclatur muſs es un- eilten Beifall finden, daſs man für die neuen Gröſsen ganz Namen wählte und diese bei der Abstractheit des Ge- tandes aus fremden Sprachen entlehnte, wozu dann die hische und lateinische wegen ihres allgemeinen Bekannt- s am meisten geeignet waren. Es läſst sich auch nicht s als billigen, daſs man sich beider bediente und, um rechselungen zu verhüten, die eine für die Vielfachen, ndere für die Unterabtheilungen in Anwendung brachte. igens ist die Nomenclatur leicht abzuleiten[1]. Die Deka- beruht auf den lateinischen Zahlennamen *decem* = 10, *m* = 100, *mille* = 1000, welches die äuſserste Grenze igentlichen Namen ist, und auf den griechischen *δέκα* = 10, *ν* (zusammengezogen in *ἑκτόν*) = 100, *χίλιος* (oder *χί-* = 1000 und *μύριος* (richtiger *μύριοι* im Plur.) = 10000. Maſseinheiten selbst kommen her: *Mètre* von *μέτρον*, das , *Gramme* von *γράμμα*, ein griechisches Gewicht, wel- dem *scrupulum* der Römer glich[2]. Das *Litre* ist wohl hlt, weil ein ihm ähnliches Maſs der Flüssigkeiten, *Li-* genannt, in Paris gebräuchlich war; sonst wird es von

---

[1] Am gelehrtesten ist sie untersucht in Ann. de Chim. XX. 9.

[2] S. oben griech. Maſse. A. d.

λίτρα, so viel als das lat. *libra*, ein Pfund oder was ein Pfund an Gewicht hält, abgeleitet. *Are* soll vom lateinischen *arare*, pflügen, so viel als *jugerum*, ein Jachert, abgeleitet seyn und *stère* kommt von dem vielfach gebräuchlichen στερεὸς, fest, hart, solid, her.

Die Einheit des Meters wurde, wie oben angegeben worden, so festgesetzt, dafs dieses Normalmafs bei 0° C. Temperatur 443,296 Linien der Toise von Peru betrug, letztere bei der für sie beim Messen angenommenen Normaltemperatur von 16,25 Graden des hunderttheiligen Thermometers. Diese Bestimmung war richtig, insofern man genau den zehnmillionsten Theil des Quadranten der Erde als Einheit verlangte, und das Meter besteht sonach als Normalmafs für sich und mit andern vergleichbar. Sollen aber diese beiden Mafse mit einander verglichen werden, so mufs man berücksichtigen, dafs die aus Eisen verfertigte Toise sich mehr zusammenziehn würde, wenn sie auf die nämliche Temperatur des Meters, nämlich bis 0° C. erkaltet würde, und da das letztere unverändert bleibt, so würde es hiernach um so viel mehr von der Toise betragen, als diese durch Wärme ausgedehnt wird. Diese Gröfse findet man leicht, wenn man die Ausdehnung des Eisens durch Wärme kennt, und da die Mitglieder der Mafs-Commission sich überzeugt haben wollen, dafs der von de Borda gefundene Ausdehnungs-Coefficient für Eisen genau auf die Toise von Peru pafst, so ist die wirkliche Gröfse des Meters, der dieser Toise verglichen, beide bei 0° C. Temperatur, nicht 443,296 Linien, sondern = 443,296 (1 + 16,25 × 0,0000...) par. Linien[1]. Dieses gäbe die Länge des Meters = 443,3792... par. Lin. Wollte man nach der in diesem Werke angenommenen Abplattung die eigentliche Gröfse des Meters, wie geschehn ist, nur zu 443,291 Lin. der Toise von Peru bei 16°,25 C. der letztern setzen, so betrüge die wegen der Temperatur gleichfalls corrigirte Länge 443,37427221435 par. Linien. Eigentlich wäre es wohl richtiger, bei der Vergleichung beider Mafse unter sich eine von diesen Gröfsen zum Grunde zu legen, und dann betrüge nach der erstern das Meter 0,513170455 der Toise von Peru, beide auf der Temperatur des Gefrierpunctes oder auf jeder andern, wenn sie von gleichem

1 Vergl. *Ausdehnung*. Bd. I. S. 583.

ɪm Metalle verfertigt wären. Bei genauen Vergleichungen ɪſs hierauf, wie überhaupt auf die Ausdehnung der zum ssen dienenden Metalle, Rücksicht genommen werden; in- s ist es einmal so eingeführt, diese Differenz bei den ge- hnlichen Bestimmungen zu vernachlässigen, und man setzt ach das Meter = 0,513074 Toisen oder = 443,295936 par. ien, also genau so groſs, als die eigentliche Bestimmung selben ist, die man der Kürze wegen auf 443,296 Linien ɪtzt hat. Wäre die letzte Ziffer der Toisenlänge eine 5 t 4, so gäbe dieses das Meter = 443,2968 par. Linien, also ɪer als die gesetzliche Bestimmung desselben. Es ist dann Logarithmus zur Verwandlung der Meter in Toisen),7101800 — 1, der Fuſse in Meter = 0,5116687 — 1, wel- im umgekehrten Falle abgezogen werden können, oder es ir den ersten Fall der zu addirende Log. = 0,2898199, im iten = 0,4883313.

Zum altfranzösischen Maſse, welches man der Verglei- ɪg und seines häufigen Gebrauches wegen kennen muſs, rt die Toise von 6 Fuſs, auch Toise von Peru genannt, ormale Längeneinheit, der Fuſs von 12 Zoll, der Zoll von inien. Letztere werden wieder in Zehntel und Hundert- ı. s. w. getheilt, oder man nimmt Scrupel, Striche, Puncte w. m, deren 10 oder auch 12 auf eine Linie gehn. Die ns hervorgehenden 144 Lin. des altfranzösischen oder königli- Fuſses, genannt *pied du Roi*, dienten und dienen noch zur Vergleichung anderer Fuſsmaſse. Normalgewicht war r das Pfund, bei dessen Bestimmung die schon genannte *de Charlemagne* als Typus diente. Dieses war in 16 Un- die Unze in 8 *gros*, das *gros* in 72 *grains* getheilt, und h betrug dieses Pfund 9216 *grains*[1], deren 18827,5 ein ɪramm ausmachen. Die Uebersicht der neuen Maſse ist n der dekadischen Eintheilung derselben viel leichter und ssen sich vermittelst der Decimalbrüche durch die Ver- ng des die letztern bezeichnenden Komma's (,) ohne Schwie- t in einander verwandeln. Es ist diesemnach 1 Kilome- = 10 Hektometer = 100 Dekameter = 1000 Meter

---

Noch einige theils ältere, theils neuere gebräuchliche, nicht ıetrischen Systeme gehörige Maſse werden später genannt wer-

= 10000 Decimeter = 100000 Centimeter = 1000000 Millimeter. Umgekehrt ist 1 Millimeter = 0,1 Centimeter = 0,01 Decimeter = 0,001 Meter = 0,0001 Dekameter = 0,00001 Hektometer = 0,000001 Kilometer. Für das Flächenmafs, namentlich der Felder, ist die *Are* oder ein Quadrat von 10 Meter Seite bestimmt, enthält also 100 Quadratmeter und macht den hundertsten Theil einer Hektare aus, welche letztere 10000 Quadratmeter oder 100 Quadrat-Dekameter oder 1 Quadrat-Hektometer begreift. Die minder gebräuchliche *Centiare* ist 1 Quadratmeter oder 0,01 Quadrat-Dekameter. Das Normalmafs für Brennholz ist die *Stère*, ein Kubikmeter. Weil aber das verkäufliche Holz ungleiche Länge haben kann, so ist der obere Querbalken des Mefsrahmens verschiebbar, und eine an dem einen verticalen Balken des Rahmens befindliche messingne Scale zeigt die jeder vorkommenden Länge des Holzes zukommende Höhe des obern beweglichen Balkens, damit das Mafs jederzeit ein richtiges Kubikmeter ausmacht. Es giebt dann halbe und doppelte Steren, Decisteren und Dekasteren. Hiernach beträgt 1 Stere 0,5 Doppelsteren und 0,1 Dekasteren, desgleichen 2 halbe Steren und 10 Decisteren. Das Liter (*Litre*) von einem Kubik-Centimeter Inhalt enthält 10 Deciliter, 100 Centiliter und 1000 Milliliter, desgleichen 0,1 Dekaliter, 0,01 Hektoliter und 0,001 Kiloliter. Für die Gewichte ist zwar das *Kilogramm* als Normalgröfse bestimmt, allein dennoch zeigt die Benennung, dafs das *Gramm* die Normal-Einheit ist. Diese beträgt dann 10 Decigramme, 100 Centigramme und 1000 Milligramme, desgleichen 0,1 Dekagramm, 0,01 Hektogramm, 0,001 Kilogramm, wozu noch 0,0001 Myriagramm kommt, und, weil die Einheit klein ist, 0,00001 *Quintal métrique*, da der metrische Centner 100 Kilogramme wiegt. Aufserdem hat man noch das *Millier* von 1000 Kilogrammen oder die Schiffslasten gebräuchliche Tonne.

Da das metrische System als ein ganz neues erst in der jüngsten Zeit eingeführt wurde, das altfranzösische Mafs aber noch in Urkunden, Schriften und sonst vielfach erhalten hat, ja sogar noch gegenwärtig häufig gebraucht wird, so ist es sehr nützlich, beide nach ihrem verhältnifsmäfsigen Werthe nebeneinander zu stellen. Tabellarische Uebersichten sind hierzu am geeignetsten, jedoch läfst sich die Ausdehnung und der Umfang derselben nicht wohl bestimmen, indefs

, dafs die folgenden für den praktischen Gebrauch genti- werden. Eine bedeutende Abkürzung gewährt hierbei der stand, dafs man für das Längenmafs blofs das Meter in lfachen und Decimalbruchtheilen aufzunehmen hat, ohne e, die sich von selbst verstehn, besonders zu bezeichnen. kann man z. B. blofs schreiben 3582,321 Meter, statt 3 meter, 5 Hektometer, 8 Dekameter, 2 Meter, 3 Decime- 2 Centimeter und 1 Millimeter. Indefs dient hauptsäch- die erste Tabelle zur genauern Vergleichung der kleinern ;engröfsen.

Altes und metrisches Längenmafs.

Lin.	Millim.	Lin.	Millim.	Lin.	Millim.	Lin.	Millim.
1	2,256	13	29,326	25	56,396	37	83,466
2	4,512	14	31,581	26	58,652	38	85,721
3	6,767	15	33,837	27	60,907	39	87,977
4	9,023	16	36,093	28	63,163	40	90,233
5	11,279	17	38,349	29	65,419	41	92,489
6	13,535	18	40,605	30	67,675	42	94,745
7	15,791	19	42,861	31	69,931	43	97,001
8	18,047	20	45,117	32	72,186	44	99,256
9	20,302	21	47,372	33	74,442	45	101,512
10	22,558	22	49,628	34	76,69[illegible]	46	103,768
11	24,814	23	51,884	35	78,954	47	106,024
12	27,070	24	54,140	36	81,210	48	108,280

Lin.	Met.	Fufs	Met.	Fufs	Meter	Tois.	Met.
1	0,002	5	1,624	5000	1624,197	7	13,643
2	0,005	6	1,949	6000	1949,036	8	15,592
3	0,007	7	2,274	7000	2273,876	9	17,541
4	0,009	8	2,599	8000	2598,715	10	19,490
5	0,011	9	2,924	9000	2923,554	20	38,981
6	0,014	10	3,248	10000	3248,394	30	58,471
7	0,016	20	6,497	11000	3573,234	40	77,961
8	0,018	30	9,745	12000	3898,073	50	97,452
9	0,020	40	12,994	13000	4222,913	60	116,942
10	0,023	50	16,242	14000	4547,752	70	136,432
11	0,025	60	19,490	15000	4872,591	80	155,923
Zoll	0,027	70	22,739	16000	5197,431	90	175,413
2	0,054	80	25,987	17000	5522,270	100	194,904
3	0,081	90	29,236	18000	5847,110	200	389,807
4	0,108	100	32,484	19000	6171,949	300	584,711
5	0,135	200	64,968	20000	6496,789	400	779,615
6	0,162	300	97,452	21000	6821,628	500	974,519
7	0,189	400	129,936	22000	7146,467	600	1169,422
8	0,217	500	162,420	23000	7471,307	700	1364,326
9	0,244	600	194,904	24000	7796,146	800	1559,229
10	0,271	700	227,388	25000	8120,986	900	1754,133
11	0,298	800	259,872	Tois.	1,949	1000	1949,036
Fufs	0,325	900	292,355	2	3,898	2000	3898,073
2	0,650	1000	324,839	3	5,847	3000	5847,110
3	0,975	2000	649,679	4	7,796	4000	7796,146
4	1,299	3000	974,518	5	9,745	5000	9745,183
		4000	1299,358	6	11,694	10000	19490,356

Neues und altes Längenmafs.

Millim.	Fufs	Zoll	Lin.	Met.	Fufs	Zoll	Lin.
1	—	—	0,4433	6	18	5	7,776
2	—	—	0,8866	7	21	6	7,072
3	—	—	1,3299	8	24	7	6,368
4	—	—	1,7732	9	27	8	5,664
5	—	—	2,2165	10	30	9	4,960
6	—	—	2,6598	20	61	6	9,919
7	—	—	3,1031	30	92	4	2,878
8	—	—	3,5464	40	123	1	7,837
9	—	—	3,9897	50	153	11	0,797
Cent.	—	—	4,4330	60	184	8	5,756
2	—	—	8,8659	70	215	5	10,716
3	—	1	1,2989	80	246	3	3,675
4	—	1	5,7318	90	277	0	8,634
5	—	1	10,1648	100	307	10	1,594
6	—	2	2,5978	200	615	8	3,187
7	—	2	7,0307	300	923	6	4,781
8	—	2	11,4637	400	1231	4	6,374
9	—	3	3,8966	500	1539	2	7,968
ecim.	—	2	8,3296	600	1847	0	9,562
2	—	7	4,6692	700	2154	10	11,155
3	—	11	0,9888	800	2462	9	0,749
4	1	2	9,3184	900	2770	7	2,342
5	1	6	5,6480	1000	3078	5	3,936
6	1	10	1,9776	2000	6156	10	7,872
7	2	1	10,3072	3000	9235	3	11,808
8	2	5	6,6368	4000	12313	9	3,744
9	2	9	2,9664	5000	15392	2	7,680
Met.	3	0	11,2960	6000	18470	7	11,616
2	6	1	10,592	7000	21549	1	3,552
3	9	2	9,888	8000	24627	6	7,488
4	12	3	9,184	9000	27705	11	11,424
5	15	4	8,480	10000	30784	5	3,360

Altes und neues Quadratmafs.

Quadrat		Quadrat		Quadrat	
Lin.	Millim.	Zoll	Centim.	Fufs	Decim.
1	5,098	7	51,2947	13	137,1768
2	10,178	8	58,6226	14	147,7289
3	15,266	9	65,9504	15	158,2809
4	20,355	10	73,2782	16	168,8330
5	25,444	20	146,5564	17	179,3851
6	30,533	30	219,8346	18	189,9371
7	35,621	40	293,1128	19	200,4892
8	40,710	50	366,3911	20	211,0413
9	45,799	60	439,6693	25	263,8016
10	50,888	70	512,9475	30	316,5619
20	101,775	80	586,2257	36	379,8743
30	152,663	90	659,5039	40	422,0825
40	203,551	100	732,7821	49	517,0511
50	254,438	110	806,0603	50	527,6031
60	305,326	120	879,3385	60	633,1238
70	356,214	130	952,6167	64	675,3320
80	407,101	140	1025,8949	70	738,6444
90	457,989	Fufs	Decim.	80	844,1650
100	508,876	1	10,5521	81	854,7171
110	559,764	2	21,1041	90	949,6856
120	610,652	3	31,6562	100	1055,2063
130	661,539	4	42,2083	200	2110,4125
140	712,427	5	52,7603	300	3165,6188
Zoll	Centim.	6	63,3124	400	4220,8250
1	7,3278	7	73,8644	500	5276,0313
2	14,6556	8	84,4165	600	6331,2376
3	21,9835	9	94,9686	700	7386,4438
4	29,3113	10	105,5206	800	8441,6501
5	36,6391	11	116,0727	900	9496,8563
6	43,9669	12	126,6248	1000	10552,0626

Neues und altes Quadratmaſs.

Quadrat		Quadrat		Quadrat		Quadrat	
Millim.	Lin.	Cent.	Zoll.	Dec.	Fuſs.	Met.	Fuſs
1	0,197	1	0,136	1	0,095	1	9,48
2	0,393	2	0,273	2	0,190	2	18,95
3	0,590	3	0,409	3	0,284	3	28,43
4	0,786	4	0,546	4	0,379	4	37,91
5	0,983	5	0,682	5	0,474	5	47,38
6	1,179	6	0,819	6	0,569	6	56,86
7	1,376	7	0,955	7	0,663	7	66,34
8	1,572	8	1,092	8	0,758	8	75,81
9	1,769	9	1,228	9	0,853	9	85,29
10	1,965	10	1,365	10	0,948	10	94,77
15	2,948	15	2,047	15	1,422	15	142,15
20	3,930	20	2,729	20	1,895	20	189,54
25	4,914	25	3,412	25	2,369	25	236,92
30	5,895	30	4,094	30	2,843	30	284,30
35	6,878	35	4,776	35	3,317	35	331,68
40	7,860	40	5,459	40	3,791	40	379,07
45	8,843	45	6,141	45	4,265	45	426,45
50	9,826	50	6,823	50	4,738	50	473,84
55	10,808	55	7,506	55	5,212	55	521,22
60	11,791	60	8,181	60	5,686	60	568,61
65	12,773	65	8,870	65	6,160	65	615,99
70	13,756	70	9,553	70	6,654	70	663,38
75	14,738	75	10,235	75	7,108	75	710,76
80	15,721	80	10,917	80	7,581	80	758,15
85	16,703	85	11,600	85	8,055	85	805,53
90	17,685	90	12,282	90	8,529	90	852,93
95	18,668	95	12,964	95	9,003	95	900,31

Altes und neues Kubikmafs.

Kubik Lin.	Kubik Millim.	Kubik Zoll	Kubik Cent.	Kubik Fufs	Kubik Decim.
1	11,48	1	19,84	1	34,277
2	22,96	2	39,67	2	68,555
3	34,44	3	59,51	3	102,832
4	45,92	4	79,35	4	137,109
5	57,40	5	99,18	5	171,386
6	68,88	6	119,02	6	205,664
7	80,36	7	138,86	7	239,941
8	91,84	8	158,69	8	274,218
9	103,34	9	178,53	9	308,495
10	114,79	10	198,36	10	342,773
20	229,59	20	396,73	20	685,545
30	344,38	30	595,09	30	1028,318
40	459,17	40	793,46	40	1371,090
50	573,97	50	991,82	50	1713,863
60	688,76	60	1190,18	60	2056,635
70	803,58	70	1388,55	70	2399,408
80	918,35	80	1586,91	80	2742,180
90	1033,15	90	1785,27	90	3084,953
100	1147,94	100	1983,64	100	3427,726
200	2295,88	200	3967,28	200	6855,451
300	3443,82	300	5950,91	300	10283,177
400	4591,75	400	7934,55	400	13710,903
500	5739,69	500	9918,19	500	17138,629
600	6887,63	600	11901,83	600	20566,355
700	8035,57	700	13885,46	700	23994,081
800	9183,51	800	15869,10	800	27421,807
900	10331,45	900	17852,74	900	30849,533

Neues und altes Kubikmafs.

Kubik		Kubik		Kubik		Kubik	
mm.	Lin.	Cent.	Zoll	Dec.	Fufs	Met.	Fufs
1	0,09	1	0,05	1	0,03	1	29,17
2	0,17	2	0,10	2	0,06	2	58,35
3	0,26	3	0,15	3	0,09	3	87,52
4	0,35	4	0,20	4	0,12	4	116,70
5	0,44	5	0,25	5	0,15	5	145,87
6	0,52	6	0,30	6	0,18	6	175,04
7	0,61	7	0,35	7	0,20	7	204,22
8	0,70	8	0,40	8	0,23	8	233,39
9	0,78	9	0,45	9	0,26	9	262,56
10	0,87	10	0,50	10	0,29	10	291,74
20	1,74	20	1,01	20	0,58	20	583,48
30	2,61	30	1,51	30	0,87	30	875,22
40	3,48	40	2,02	40	1,17	40	1166,95
50	4,36	50	2,52	50	1,46	50	1458,69
60	5,23	60	3,02	60	1,75	60	1750,43
70	6,10	70	3,53	70	2,04	70	2042,17
80	6,97	80	4,03	80	2,33	80	2333,91
90	7,84	90	4,54	90	2,63	90	2625,65
100	8,71	100	5,04	100	2,92	100	2917,39
200	17,42	200	10,08	200	5,83	200	5834,78
300	26,13	300	15,12	300	8,75	300	8752,17
400	34,85	400	20,16	400	11,67	400	11669,56
500	43,56	500	25,21	500	14,59	500	14586,95
600	52,27	600	30,25	600	17,50	600	17504,34
700	60,98	700	35,29	700	20,42	700	20421,73
800	69,69	800	40,33	800	23,34	800	23339,12
900	78,40	900	45,37	900	26,24	900	26256,51

Für den praktischen Gebrauch dieser Tabelle ist
Folgendes zu bemerken.

1) Da sie sämmtlich auf Addition beruht, so kann
durch diese leicht die zwischenliegenden Größen finden. W
man z. B. wissen, wie viel 23580 Fuſs in Metern betr
so giebt die Tabelle

23000	7471,307
500	162,420
80	25,987
8	1,949
Also 23580 Fuſs =	7661,033 Meter.

2) Ebendieses gilt auch für die Zusammenstellung
quadratischen Maſse, welche für keine Größe bis zu
höhern vollständig aufgenommen werden konnten.
lich geben nämlich 144 Quadratlinien 1 Quadratzoll und
Quadratzoll 1 Quadratfuſs. Nach den französischen
machen dagegen 100 Quadrat-Millimeter 1 Quadrat-Ce
meter, 100 Quadrat-Centimeter 1 Quadrat-Decimeter u.
Um aber z. B. den Werth von 144 Quadratlinien zu
giebt die Tabelle

140 Quadratlinien		712,427	Quadrat-Millim.
4	- -	20,355	- -
144 Quadratlinien	=	732,782	Quadrat-Millim.

Die metrische Eintheilung gewährt dabei den großen
theil, daſs man durch Versetzung des Komma's um zwei
len zu einer nächst höhern oder niedrigern Größe
kann. So geben in dem eben mitgetheilten Beispiel
Quadratlinien 732,782 Quadrat-Millimeter; rückt man
das Komma um zwei Stellen links, so erhält man
Quadrat-Centimeter, wie die Tabelle für 1 Quadratzoll
giebt, und auch diese Größe kann ausgedrückt werden
7 Quadrat-Centimeter und 32,782 Quadrat-Millimeter.
gleiche Weise giebt die Tabelle für 600 Quadratfuſs 633,
Quadrat-Decimeter, statt dessen man auch sagen kann,
dratmeter, 31 Quadrat-Decimeter, 23 Quadrat-Centimeter
70 Quadrat-Millimeter.

3) Für die Vergleichung der Kubikmaſse war es
weniger zulässig, alle Einheiten bis zur nächst höhern

nehmen; denn bekanntlich machen erst 1728 Kubik-Li-
1 Kubikzoll und 1728 Kubikzolle 1 Kubikfuſs, desglei-
1000 Kubik-Millimeter 1 Kubik-Centimeter u. s. w.
aber auch diese Tabelle für alle erforderliche Gröſsen
iche, möge folgendes Beispiel zeigen. Es soll die Gröſse
Kubikzolles in Kubik-Millimetern ausgedrückt werden,
t nach der Tabelle:

900 Kub.-Lin.	10331,45 Kub.-Millim.	
800 - -	9183,51 - -	
20 - -	229,59 - -	
8 - -	91,84 - -	
728 Kub.-Lin.	= 19836,39 Kub.-Millim.	

diese Gröſse ist in der Tabelle angegeben, nämlich 1
kzoll = 19,84 Kubik-Centimeter. Hieraus folgt dann
daſs man für diese kubischen Gröſsen nach dem metri-
Systeme das Komma um 3 Ziffern nach der einen oder
ndern Seite versetzen müsse, um die Würfel der nächst
rn oder kleinern Maſsbestimmungen zu erhalten. So sind
200 Kubikfuſs = 6855,451 Kub.-Decimetern gesetzt,
kann aber auch sagen, sie gleichen der Summe von
ibik-Metern, 855 Kubik-Decimetern und 451 Kubik-
metern. Im umgekehrten Falle betragen z. B. 2 Kubik-
58,555 Kubik-Decimeter, aber man kann auch sagen,
Kubik-Centimeter oder 68555000 Kubik-Millimeter.

l) Die Werthe der angehängten Decimalbrüche sind zwar
h unbedeutend, allein sie sind nicht ohne eine bestimmte
ht hinzugefügt, indem sie vielmehr in allen Tabellen
dienen, ohne Weiteres die Mehrfachen nach der deka-
n Zahlenordnung zu finden. So sind z. B. gleich in
sten Tabelle die dritten und auch die zweiten Decimal-
i der Millimeter nur verschwindend kleine Gröſsen, al-
la unter andern 32 Linien 72,186 Millimetern gleich-
en, so betragen 320 Lin. 721,86 Millimeter, 3200 Lin.
6 Millimeter und 32000 Lin. 72186 Millimeter. Eben-
gilt von verglichenen quadratischen und kubischen
n.

Nach der oben mitgetheilten Bestimmung wurde das alte
ewicht abgetheilt: das Pfund in 16 *Onces*, die *Once* in

8 *gros*, das *gros* in 72 *grains*, deren 18827,15 ein Kilogramm ausmachen. Es ist sonach nicht zu weitläufig, diese [illegible] lichen Gröſsen und ihre Vielfachen mit dem neuen Gewichte zu vergleichen, wenn man die unbestimmte Menge der Pfunde in mäſsige Grenzen einschlieſst. Ebendieses gilt von dem metrischen Gewichte, wobei jede Abtheilung nur bis zum Zehnfachen steigt, und man erhält sonach folgende tabellarische Uebersicht, wobei nur das bekannte Verhältniſs zu berücksichtigen ist, wonach 1 *Gramm* = 10 *Decigramme* = 100 *Centigramme* = 1000 *Milligramme*, und zugleich = 0,1 *Dekagramm* = 0,01 *Hektogramm* = 0,001 *Kilogramm* gesetzt werden kann, je nachdem die eine oder die andere Bezeichnung am bequemsten scheint. Das alte Pariser Markgewicht beträgt aber 489,5058 Gramme.

Altes und neues Gewicht.

Grain	Decigr.	Grain	Decigr.	Grain	Decigr.	Grain	Decigr.
1	0,53	19	10,09	37	19,65	55	29,21
2	1,06	20	10,62	38	20,18	56	29,74
3	1,59	21	11,15	39	20,71	57	30,28
4	2,12	22	11,69	40	21,25	58	30,81
5	2,66	23	12,22	41	21,78	59	31,34
6	3,19	24	12,75	42	22,31	60	31,87
7	3,72	25	13,28	43	22,84	61	32,40
8	4,25	26	13,81	44	23,37	62	32,93
9	4,78	27	14,34	45	23,90	63	33,46
10	5,31	28	14,87	46	24,43	64	33,99
11	5,84	29	15,40	47	24,96	65	34,52
12	6,37	30	15,93	48	25,50	66	35,06
13	6,90	31	16,47	49	26,03	67	35,59
14	7,44	32	17,00	50	26,56	68	36,12
15	7,97	33	17,53	51	27,09	69	36,65
16	8,50	34	18,06	52	27,62	70	37,18
17	9,03	35	18,59	53	28,15	71	37,71
18	9,56	36	19,12	54	28,68	72	38,24

Gros	Gram.	Onc.	Dekag.	Liv.	Kilogr.	Liv.	Kilogr.
1	3,824	8	24,475	7	3,427	75	36,713
2	7,649	9	27,535	8	3,916	80	39,160
3	11,473	10	30,594	9	4,406	85	41,608
4	15,297	11	33,654	10	4,895	90	44,056
5	19,121	12	36,713	15	7,343	95	46,503
6	22,946	13	39,772	20	9,790	100	48,950
7	26,770	14	42,832	25	12,238	Quintaux	
8	30,594	15	45,891	30	14,685	1	0,489
Onc.	Dekag.	16	48,950	35	17,133	2	0,979
1	3,059	Liv.	Kilogr.	40	19,580	3	1,468
2	6,119	1	0,489	45	22,028	4	1,958
3	9,178	2	0,979	50	24,475	5	2,448
4	12,238	3	1,469	55	26,923	6	2,937
5	15,297	4	1,958	60	29,370	7	3,427
6	18,357	5	2,448	65	31,818	8	3,916
7	21,416	6	2,937	70	34,265	9	4,406

weitere Fortsetzung der Centner ist überflüssig, da die ie der mitgetheilten schon ergiebt, dafs das Verhält- des alten Markgewicht-Quintals und des neuen metrischen ıtals (*quintal métrique*) das nämliche ist, als zwischen alten *Livre poid de marc* und dem neuen *Kilogramme ique.*

Wenn man das Verhältnifs des Milligramms zum Centi- m, Decigramm und Gramm berücksichtigt, wonach man einem Milligramm gleichkommende Gröfse blofs um eine lische Ordnung zu erheben nöthig hat, um sie einem igramm gleich zu machen u. s. w., so läfst sich die voll- ige Vergleichung aller dieser Gröfsen leicht in zwei Ta- n zusammenfassen.

Metrisches und altes Markgewicht.

m m	Grain	m m	Grain	m m	Grain
1	0,01883	4	0,07531	7	0,13179
2	0,03765	5	0,09414	8	0,15062
3	0,05648	6	0,11296	9	0,16944

Grs.	Liv.	Onc.	Gros	Grain	Grs.	Liv.	Onc.	Gros	Grain
1	—	—	—	18,83	60	—	1	7	49,63
2	—	—	—	37,65	70	—	2	2	21,90
3	—	—	—	56,48	80	—	2	4	66,17
4	—	—	1	3,31	90	—	2	7	38,44
5	—	—	1	22,14	100	—	3	2	10,71
6	—	—	1	40,96	200	—	6	4	21,43
7	—	—	1	59,79	300	—	9	6	32,14
8	—	—	2	6,62	400	—	13	—	42,86
9	—	—	2	25,44	500	1	0	2	53,57
10	—	—	2	44,27	600	1	3	4	64,29
20	—	—	5	16,54	700	1	6	7	3,00
30	—	—	7	60,81	800	1	10	1	13,72
40	—	1	2	33,09	900	1	13	3	24,43
50	—	1	5	5,36	1000	2	—	5	35,15

Kilog.	Liv.	Onc.	Gr.	Grain	Kil.	Liv.	Onc.	Gr.	Grain
1	2	—	5	35,15	20	40	13	5	55,00
2	4	1	2	70,30	30	61	4	4	46,50
3	6	2	—	33,45	40	81	8	7	38,10
4	8	2	5	68,60	50	102	2	2	29,50
5	10	3	3	31,75	60	122	9	1	21,00
6	12	4	—	67,90	70	142	13	4	12,50
7	14	4	6	30,05	80	163	1	7	4,00
8	16	5	3	65,20	90	183	11	1	67,50
9	18	6	1	28,35	100	204	4	4	69,00
10	20	6	6	63,50	200	408	9	1	66,00

Ueber die übrigen französischen Maſse, welche wei ner in Schriften vorkommen und wobei es daher keine führlichen Vergleichungstabellen bedarf, wird Folgendes nügen. Für Feld- und Flächenmaſs ist eigentlich die bestimmt, allein es sind auch jetzt noch andere gebräuch welche aus folgender Tabelle ihrem Gehalte nach erkannt den können.

	Quadrat		
	Fuſs	Toisen	Me[illegible]
Perche des eaux et forêts .	484	13,44	51[illegible]
Arpent des eaux et forêts .	48400	1344,44	510[illegible]
Perche de Paris	324	9,00	34[illegible]
Arpent de Paris	32400	900,00	341[illegible]
Are	947,7	26,32	[illegible]
Hectare	94768,2	2632,45	100[illegible]

Für Brennholz ist das metrische Maſs, die *Stère* und *Dė- ère*, zwar auch im gemeinen Leben in Gebrauch, weil das :e System in allen öffentlichen und gerichtlichen Verhand- en gesetzlich angewendet werden muſs, gewöhnlich aber l nach Fudern (*voie*) im Betrage von einer Doppelstere nach Faden (*corde*) gerechnet, wovon 2 Corden groſses : 9 Steren, sonst aber 2 Corden oder 2,5 Corden eine De- re ausmachen. Bei Bauholz ist ein Balken, *solive ou* ', soviel als etwa eine Decistere, oder vielmehr 109 De- ren betragen 106 Soliven. Das neue Flüssigkeitsmaſs ist sehr allgemein in Gebrauch gekommen, weil es dem al- sehr nahe gleich war.

Das gangbarste alte Flüssigkeitsmaſs war die *Pinte*, von her angenommen wurde, daſs sie 48 Kubikzoll enthalte, enauerer Untersuchung enthielt sie aber nur 46,95 Ku- ll. Sie enthielt 2 *Chopinen*, die Chopine 2 Halbsetiers, Ialbsetier 2 *Possons* (gewöhnlich Poissons). Ferner mach- 88 Pinten ein Faſs, *Muid*, dieses enthielt 2 *Feuillettes*, 'euillette 2 *Quartauts*, das Quartaut 9 *Setiers* oder *Vel-* nd also das *Setier* 8 Pinten. In physikalischen Schriften eistens nur von Pinten und Litern die Rede und es ge- daher hier bloſs eine tabellarische Uebersicht der Werthe r beiden. Auſserdem lassen sich die Liter leicht durch tzen des Komma's für Decimaltheile in die gröſsern oder gern Maſse verwandeln. So betragen z. B. 150 Pinten 98 Liter oder 13,9698 Dekaliter oder 1,39698 Hektoliter.

Altes und metrisches Flüssigkeitsmaſs.

Pin.	Lit.	Pin.	Lit.	Pin.	Lit.	Pin.	Lit.
1	0,931	12	11,176	35	32,596	90	83,819
2	1,863	13	12,107	40	37,253	95	88,475
3	2,794	14	13,038	45	41,909	100	93,132
4	3,725	15	13,970	50	46,566	200	186,264
5	4,657	16	14,901	55	51,222	300	279,395
6	5,588	17	15,832	60	55,879	400	372,527
7	6,519	18	16,764	65	60,536	500	465,659
8	7,450	19	17,695	70	65,192	600	558,791
9	8,382	20	18,626	75	69,849	700	661,922
10	9,313	25	23,283	80	74,505	800	745,054
11	10,244	30	27,940	85	79,162	900	838,186

Neues und altes Flüssigkeitsmafs.

Lit.	Pint.	Dekal.	Pint.	Hekt.	Pint.	Hekt.	Muids
1	1,074	1	10,737	1	107,375	1	0,373
2	2,147	2	21,475	2	214,749	2	0,746
3	3,221	3	32,212	3	322,124	3	1,11[illegible]
4	4,295	4	42,950	4	429,499	4	1,[illegible]91
5	5,369	5	53,687	5	536,874	5	1,864
6	6,442	6	64,425	6	644,248	6	2,237
7	7,516	7	75,162	7	751,523	7	2,610
8	8,590	8	85,900	8	858,998	8	2,983
9	9,664	9	96,637	9	966,373	9	3,355

In Frankreich, wie in mehrern andern Ländern, sind Mafse für trockne Substanzen die nämlichen, wie für Flüssigkeiten, und namentlich ist dieses nach dem metrischen Maßsysteme der Fall, inzwischen haben sich neben den neuen gesetzlichen auch noch die alten, mindestens zum Theil, erhalten. Ein allgemeines und für alle Fruchtarten gleiches ist der *Boisseau* von 655,78 par. Kubikzoll oder 13,0 Liter; er wurde in halbe und Viertel abgetheilt und hielt 16 *Litrons*. Der Muid oder die Tonne enthielt 12 tiers, dann enthielt aber der Setier Korn 4 *Minots* und *Boisseaux*, der Setier Hafer dagegen 24 *Boisseaux*, war der *Muid* für Hafer doppelt so grofs, als für Korn nächste und allgemeinste Vergleichung ist also zwischen tiers und Hektolitern und umgekehrt.

Alte und neue Hohlmafse.

Korn		Salz		Hafer		Steinkohle	
Set.	Hektol.	Set.	Hektol.	Set.	Hektol.	Set.	Hektol.
1	1,561	1	2,081	1	3,122	1	4,163
2	3,122	2	4,163	2	6,244	2	8,325
3	4,683	3	6,244	3	9,366	3	12,488
4	6,244	4	8,325	4	12,488	4	16,651
5	7,805	5	10,407	5	15,610	5	20,813
6	9,366	6	12,488	6	18,732	6	24,976
7	10,927	7	14,569	7	21,854	7	29,139
8	12,488	8	16,651	8	24,976	8	33,302
9	14,049	9	18,732	9	28,098	9	37,464
10	15,610	10	20,813	10	31,220	10	41,627
11	17,171	11	22,895	11	34,342	11	45,790
12	18,732	12	24,976	12	37,464	12	49,952

Neue und alte Hohlmafse.

Korn		Salz		Hafer		Steinkohle	
Hekt.	Setier	Hekt.	Setier	Hekt.	Setier	Hekt.	Setier
1	0,641	1	0,480	1	0,320	1	0,240
2	1,281	2	0,961	2	0,641	2	0,480
3	1,922	3	1,441	3	0,961	3	0,721
4	2,562	4	1,922	4	1,281	4	0,961
5	3,203	5	2,402	5	1,602	5	1,201
6	3,844	6	2,883	6	1,922	6	1,441
7	4,484	7	3,363	7	2,242	7	1,582
8	5,125	8	3,844	8	2,562	8	1,922
9	5,765	9	4,324	9	2,883	9	2,162
10	6,406	10	4,804	10	3,204	10	2,402

Es ist bereits oben bemerkt worden, dafs es der allgemei- Revolution ungeachtet ausnehmend schwer hielt, die alten e gänzlich zu verdrängen, namentlich wegen der zu weit einander abstehenden dekadischen Verhältnisse. Haupt- lich wurden in Paris die Elle (*aune*), nicht sowohl die zliche von 526¼ Lin., als vielmehr die Krämer-Elle von Linien (der par. Stab), der *Boisseau* und das Pfund mit Unterabtheilungen beibehalten. Durch ein Decret vom Febr. 1812 wurden daher diese etwas abgeänderten und metrischen mehr angepafsten Mafse erlaubt, jedoch unter Bedingung, dafs auf den Etalons neben der neuen Be- nung ihr Verhältnifs zum metrischen Systeme angegeben sollte. Die hiernach erlaubten Mafse sind[1]:

1) Die *Toise* von 2 Metern, in 6 Fufs getheilt und ,026148 alte Toisen; der Fufs (*pied*) = ⅓ Meter oder Millimeter, in 12 Zoll und 144 Lin. getheilt, = 1,026148 Fufs oder 147,765 alte Linien; die Elle (*aune*) von 12 meteru, in halbe, Viertel, Achtel und Sechzehntel oder in Drittel, Sechstel und Zwölftel getheilt, also = 1,00972 Ellen oder 531,96 par. Lin. Hiernach ist der Quadrat- = 1,05298 alte Quadratfufs und der Kubikfufs = 1,080513 Kubikfufs.

Chelius Mafs- und Gewichtsbuch. S. 156.

2) *Boisseau* =	12,5 Liter =	630 alte Kubikzoll.		
doppeltes —	25 —	1260 -	—	
halbes —	6,25 —	315 -	—	
viertel —	3,125 —	157,5 -	—	
achtel —	1,5625 —	78,75 -	—	

auch sollte das Liter in halbe, Viertel, Achtel und Sech- tel getheilt werden, um diese beim Verkaufe trocken u flüssiger Sachen im Kleinen zu gebrauchen.

3) Das *Pfund* nach der alten Abtheilung in Unzen, G und Grains und nach fortlaufenden Halbirungen dieser G fsen, jedoch sollte dieses Pfund genau 500 Gramme e halten und also soviel als ein halbes Kilogramm betra Hiernach bestehn folgende Gewichte nach ihrem metri Werthe.

Pfund von 16 Unzen	500 Gramme
Halbes Pfund von 8 Unzen	250 —
Viertelpfund von 4 Unzen	125 —
Achtelpfund von 2 Unzen	62,5 —
Unze von 8 Gros	31,25 —
Halbe Unze von 4 Gros	15,625 —
Viertelunze von 2 Gros	7,8125 —
Gros von 72 Grains	3,90625 —
Grains von 72 auf 1 Gros	5,425 Centig.

Als *Medicinalgewicht* galt früher das gangbare Ma und wurde auch nach der Einführung des metrischen halten, weil es zu gefährlich gewesen wäre, beim Ve ben und Austheilen von Arzneien ein ungewohntes G anzuwenden. Seitdem jedoch das eben angegebene nur um den 46,7ten Theil abweichende Gewicht eingeführt ist, wird auch dieses in den Officinen gebraucht, weil leicht auf das metrische zurückführen läfst[1].

---

1 Die französischen Mafse und Gewichte findet man in vie len Schriften angegeben. Am vollständigsten ist Manuel prat élémentaire des poids et mesures cet. Huitième éd. Par S. A. T. Par. 1807. 12. (die 9te ist von 1813.) Natürliches Mafs-, Gew und Münzsystem u. s. w. Von Georg Freiherrn v. Vega. Nach s Tode herausgegeben von A. Kreil. Wien 1803. Connaissance d. t an X. Gute tabellarische Uebersichten giebt das jährlich ersch de Annuaire présenté au Roi. Par le Bureau des Longitudes.

b) Englische Maſse.

In keinem der neuern Staaten hat man so frühe und mit
rofser Genauigkeit das Maſswesen bestimmt und auf die
tung desselben gesehn, als in England. Ein normales
für Gewicht und Inhalt wurde seit den ältesten Zeiten in
hester aufbewahrt, und es existirt ein Befehl des Königs
R, etwa 100 Jahre vor der Eroberung erlassen, wonach dieses
das ganze Königreich gültig seyn soll[1]. Die erste Re-
des Längenmaſses geht bis zum Könige Heinrich I. im
1101 hinauf, welcher befahl, daſs die übliche Elle (die
sächsische *gyrd* oder *girth*) die Länge seines Armes bis
pitze des Mittelfingers haben sollte. Dieses Normalmaſs,
es dem heutigen *yard* entspricht, war abgetheilt in Fuſs,
und Gerstenkörner, als Vielfache aber bestanden die Ru-
pole), die kleine Meile (*furlong*) und die groſse Meile
. Zu Gewichtmaſsen wurden Weizenkörner genommen,
32 nach der gesetzlichen Gewichtsbestimmung (*compo-
mensurarum*) das Gewicht eines *Penny* (*pennyweight*)
sollten, 20 Penny-Gewichte aber 1 Unze. Eine ge-
Anordnung der Maſse kann jedoch aus jenen Zeiten nicht
tet werden, weswegen auch mit Uebergehung dessen,
n der Zwischenzeit geschehn seyn mag, unter Hein-
VII. im Jahre 1494 durch eine Parlaments-Acte festge-
wurde, daſs im ganzen Lande nur einerlei Maſs und Ge-
gelten sollte[2]. Inzwischen sind die ersten Normalmaſse
ewichte, die sich noch jetzt vorfinden, von der Kö-
Elisabeth aus dem Jahre 1588, nämlich ein in der
kammer in Westminster aufbewahrter Maſsstab und ein
stück *avoir-du-poids*-Gewicht aus Glockenspeise. Von
Normen wurden getreue Copieen genommen und den-
n überlassen, welche Privilegien erhielten, Maſse zu
und zu verkaufen, wie dieses vorzüglich im Rathhause
dhall) in London geschah.

Dennoch aber schlichen sich allmälig merkliche Verschie-
iten ein, insbesondere bei den Hohlmaſsen, wenn gleich
er, als in andern Ländern. Um diesen zu begegnen,
te das Unterparlament 1758 eine eigene Commission zur

---

1 Hutton Dict. T. II. p. 599.
2 Allgem. geogr. Ephemer. 1799. Jan. S. 43.

Revision der Maſse und Gewichte, welche dieses Geschäft besorgte, einen sehr ausführlichen Bericht darüber abstattete und diesen nebst den genauesten vor BIRD verfertigten Normalmaſsen (*Standards*) in den Archiven des Parlaments niederlegte. Aus dem Berichte geht hervor, daſs die Standards und ihre Unterabtheilungen, die sich in der Schatzkammer und im Rathhause vorfanden, nicht genau übereinstimmten. Hauptsächlich zeigten sich bedeutende Unrichtigkeiten in den Unterabtheilungen der Hohlmaſse und Abweichungen derer, die in den verschiedenen Theilen des Königreichs in Gebrauch waren, so oft auch solche durch Parlaments-Acten verboten worden waren. Nach letztern soll der Winchester Bushel der gesetzlich gangbare seyn, wie er im Hafen zu London, Mark-lane und Guildhall gebräuchlich ist, welcher jedoch nicht genau mit dem normalen in der Westminster Schatzkammer übereinstimmt. Die Commission empfahl als Norm das Troy-Gewicht, weil sich die Gesetze meistens hierauf beziehn, dasselbe am längsten in Gebrauch war, die Münzen danach bestimmt wurden, dieses am häufigsten mit ausländischen verglichen worden war und in die kleinsten Theile getheilt wird. Ein altes Pfundstück dieser Art fand sich im Tower, dessen Abtheilungen jedoch nicht genau zusammenpassten, weswegen die Commission dasselbe in halbe, Viertel, Achtel u. s. w. bis auf Tausendstel eines Grain theilte, die Stücke mit solcher Schärfe darstellen lieſs, daſs damit alle beliebige Combinationen möglich wurden. Diese mit einem eigenen feinen Wäge-Apparate von BIRD werden jetzt sorgfältig in der Münze aufbewahrt, auch wiegt das Pfundstück im Ganzen genau 7000 Grains und gerade so als das von 1588 in der Westminster Schatzkammer[1].

Die königliche Societät hat zu wiederholten Malen genaue Prüfungen der Maſse vorgenommen und *Standards* verfertigen lassen. Dieses geschah unter andern hauptsächlich 1742 durch GRAHAM, 1758 durch BIRD, 1768 durch MASKELYNE und hauptsächlich 1798 durch SHUCKBURGH EVELYN[2], welcher die oben bereits angeführte, von WHITEHURST angewandte

1 Hutton Dict. T. II. p. 24.

2 Nachrichten hierüber enthalten die Phil. Trans. von den genannten Jahren, von der letzten T. LXXXVIII. p. 133.

le befolgte und die von diesem gebrauchten Pendel abermals rsuchte. Nach dem von ihm angewandten, durch TROUGHTON ertigten Mafsstabe war die Differenz eines Pendels, welches and eines andern, welches 84 Schwingungen in 1 Secunde lerer Sonnenzeit 113 F. über dem Meeresspiegel bei 60° F. und '. Barometerstand machte, = 59,89358 Zoll, und ein Kuoll destillirtes Wasser bei 29,74 Z. Barometerstand und 66° F. 252,422 Grains des in dem *House of Commons* aufbenten Troy-Gewichts, wovon das Pfund 5760 Grains wiegt. i einer Vergleichung hiermit ergab sich die Länge des stabes der Königin ELISABETH = 35,9933 Zoll bei 60°,6 es im *House of Commons* aufbewahrten von BIRD 1758 rtigten = 36,00023 Zoll bei 64° F., des der Königl. Sot von 1742 durch GRAHAM verfertigten = 35,9973 Zoll, im Tower aufbewahrten = 36,0013 Zoll bei 60°,8 F. neuesten noch genauern Bestimmungen wurden in diesem ınderte nach der Beendigung der französischen Mafsbenung vorgenommen.

In Beziehung auf das Geschichtliche der englischen Gete insbesondere ist noch Folgendes von einigem Interesse. n nach Cap. 27. der *Charta magna* soll in ganz Engeinerlei Gewicht gebräuchlich seyn. Dieser Befehl wurde namentlich unter RICHARD I., wiederholt, mit dem Zu-, dafs die Normalmafse gewissen Personen in jeder Stadt in jedem Marktflecken anvertraut seyn sollten. Sie hie*pondus regis* und *mensura domini regis* und sollten nach erholten Statuten in der Schatzkammer von Westminster h einen Aufseher (*clerk of the market*) aufbewahrt werAusser das *Gallon* für Wein, welches der *city* von Lonanvertraut und auf dem Rathhause aufbewahrt wurde. Bestimmung des Gewichts sollen nach dem Statute 51 HEINRICH III. vom J. 1266, Stat. 31 von EDUARD I. und 12 von HEINRICH VII. Weizenkörner dienen, deren 32, der Mitte der Aehre genommen und wohlgetrocknet, das icht eines *penny* (*pennyweight*), 20 solcher Gewichte ıze und 12 von diesen 1 Pfund betragen. In der ganzen von WILHELM dem Eroberer bis HEINRICH VII. war fergesetzlich bestimmt, dafs ein *Gallon* 8 solcher Pfunde 61440 Weizenkörner), ein *Bushel* 8 Gallonen und ein *rter* 8 Bushels enthalten solle. HEINRICH VII. änderte

das altenglische oder sächsische Gewicht ab und führte das *Troy-Gewicht* ein, welches 0,75 Unzen schwerer war. Heinrich VIII. führte im J. 1526 und 1532 das *avoir-du-poids* Gewicht ein, zunächst dazu bestimmt, um von den Metzgern gebraucht zu werden. Letzteres hatte 7000 grains Troy-Gewicht, das Troy-Gewicht selbst 5760 und das altsächsische 5400 grains[1]. Beide erstere Gewichte sind seitdem in England gebräuchlich gewesen, einige andere, demnächst zu erwähnende, nicht gerechnet. Das *Troy*- oder *Trone-Gewicht* in Schottland soll statutenmäfsig das französische seyn, welches insgemein zu 7560 englische grains angenommen wird, allein das Mittel aus den Wägungen des Zunftaufsehers in Edinburg ergiebt 7600 grains. Die ältesten schottischen *Standards* sollten aufbewahrt werden: die Elle zu Edinburg, das Pfund zu Lanerk und das Firlot zu Linlithgow.

Sobald nach hergestelltem Frieden der wissenschaftliche Verkehr zwischen London und Paris wieder eröffnet war, wurden die Normalmafse beider Länder wiederholt mit einander verglichen. Zuerst geschah dieses in London 1800 durch die Königl. Societät mit zwei Mafsstäben, welche La Lande an Maskelyne gesandt hatte, und wonach das französische Meter genau 39,3702 engl. Zoll gefunden wurde. Ungleich schärfer war die in Paris 1801 angestellte Vergleichung, wobei die hierzu bestimmte Commission, bestehend aus Prony, Pictet und Legendre, sich einer nach dem Troughton'schen Mafsstabe verfertigten, von Pictet aus London mitgebrachten Regel bediente und diese mit der eisernen und platinenen Toise des Observatoriums vermittelst eines mikroskopischen Comparateurs von Troughton und des grofsen von Lenoir verglichen. Beide Regeln von Troughton, die erste durch Shuckburgh gebrauchte und diese letztere, zeigten sich bei der Vergleichung in London völlig übereinstimmend. Sie fanden die Länge des Meters = 39,38272 engl. Zoll, beide bei 0° Temperatur. Wird diese Gröfse nach dem Mittel der Ausdehnung des Messings von 0,00001879 für 1° C. nach Lavoisier und La Place auf die englische Normaltemperatur von 64° F. corrigirt, so ist die eigentliche Länge des Meters

1 Phil. Trans. LXV. art. 8.

9,370366 Zoll[1]. Eine ältere, bei Gelegenheit der beten Gradmessung durch MASON und DIXON in London nommene Vergleichung gab nach der Reduction durch nämliche Commission 39,3824 englische Zoll und nach Wärme-Correction 39,370066 engl. Zoll[2]. Im Jahr 1814 e durch eine Parlaments-Acte eine Revision des gesammlafswesens und Gleichförmigkeit desselben im ganzen Köiche angeordnet und zu diesem Ende eine eigene Comon ernannt, welche das übertragene Geschäft besorgte. in ihrem Berichte enthaltenen Resultate[3] können hier fügwegen späterer Abänderungen übergangen werden. Schon wurde nämlich abermals eine Commission für dieses Get durch eine Parlaments-Acte eingesetzt, bestehend aus GEORGE CLERK, DAVIS GILBERT, Dr. WOLLASTON, THOM. YOUNG und Capt. KATER. Hierbei fand sich änge des im *House of Commons* aufbewahrten Mafsstaei 64° F. = 36,00016 Zoll statt der oben angegebenen 023 Zoll[4]. Zur Vergleichung mit dem Meter wurde ein aus Paris genommen, welches, von Platin gemacht, die e Länge durch zwei feine Striche bezeichnet enthielt und ARAGO sorgfältig verglichen war. Vermittelst eines sehr Mikrometers und eines Mikroskops ergab sich seine =39,37076 Z. des von SHUCKBURGH gebrauchten. Eine e Messung eines andern, von FORTIN verfertigten Medessen Enden genau die Länge dieses Mafsstabes angaben *e à bouts*), ergab 39,37081 Zoll, woraus als Mittel 079 Zoll hervorging, beide auf die Normaltemperaturen, ch das französische auf 0° C. und das englische auf 62° : 16°,67 C. reducirt[5]. SHUCKBURGH hatte ferner nach ben mitgetheilten Angabe das Gewicht eines Kubikzolles Wasser bei 29,74 Z. Barometerstand und 66° F. Temr = 252,422 Grains des im *House of Commons* aufbeten Troy-Gewichts gefunden, eine spätere Revision dieVägung mit verbesserten Werkzeugen durch KATER er-

---

Ann. Ch. et Phys. V. 166. Bibl. univ. VII. 1. Bibl. Brit. XIX.).

Vergl. Phil. Trans. 1768.

Phil. Mag. XLIV. p. 171.

Phil. Trans. 1818. p. 55.

Ebend. 103.

welches mit dem von Shuckburgh gebrauchten völlig übereinstimmte, mit dem Meter von Platin fand man, beide bei 12°,75 C. genommen, die Länge des Meters = 39,3781 engl. Zoll; dieses giebt für 0° C. 1 Met. = 39,3827, und also bei der Normaltemperatur des englischen = 62° F. (16°,67 C.) ist 1 Meter = 39,371 engl. Zoll. Nach Kater's Messung war 1 Met. = 39,37079 engl. Zoll, das Meter bei 0° C. = das englische Mafs bei 62° F., welche bei beiden gesetzlichen Temperaturen deswegen berücksichtigt werden müssen, weil sie nur bei diesen als Normen aller übrigen Gröfsenbestimmungen dienen. Werden also beide bei diesen Normaltemperaturen verglichen, so ist 1 Met. bei 0° = 39,37079 engl. Z. bei 62° F. und 1 Yard bei 62° F. = 914,383480748 Millim. bei 0° C., und da das Meter bei 0° C. = 443,295936 par. Lin. bei 16°,25 C. ist, so ist das *Yard* bei 62° F. = 405,34248 par. Lin. bei 16°,25 Cent.[1]. Insofern aber die Normaltemperaturen der Toise und des Yard um keine merkliche Größe von einander abweichen, so ist es am besten, sie bei dieser mit einander zu vergleichen, wonach also 39,37079 engl. Zoll oder 472,44948 engl. Linien 443,295936 par. Lin. betragen. Nach einer Mittheilung von Bessel[2] untersuchte Hassler die Ausdehnung des Eisens und des Messings der von ihm gebrauchten Mafsstäbe selbst, und fand erstere = 0,00125[illegible] letztere = 0,0018916254 für 100 Grade C. Dann verglich er ein eisernes, von der Comité für Mafs und Gewicht aus Paris erhaltenes Meter mit einem englischen Normalmafse von Troughton und fand beide auf 0° C. redacirt das Meter = 39,36861 engl. Zoll. Eine Vergleichung mit zwei andern Copieen von Kater gab ihm 39,37079, welches mit der in der *Base métrique*[3] enthaltenen = 39,371 am genauesten übereinstimmt[4]. Die Vergleichung einer von Lenoir gemachten

1 Vergl. Chelius Mafs- und Gewichtsbuch. S. 281.

2 Phil. Mag. and Ann. of Phil. Vol. VI. N. 36. p. 407. Vergl. Comparison of Weights and Measures of Length and Capacity etc. by F. R. Hassler. Washingt. 1832.

3 S. Bd. III. S. 469.

4 Im 2ten Th. der Trans. of the Amer. Phil. Soc. N. Ser. p. [illegible] befindet sich eine ausführliche Abhandlung über die durch Hassler angestellten Vergleichungen. Hiernach war im Mittel bei 0° C. ein eisernes Meter von Lenoir = 39,3802506 und eins von Lenoir

Bouvard und Arago geprüften Toise mit Troughton's
l. Maſse gab die Toise = 76,7419271 engl. Zoll, beide auf
C. Für die Normaltemperatur = 62° F. bei dem englischen
ſsstabe, 16°,25 C. für die Toise und 0° C. für das Meter
die Länge des französ. Fuſses

$$\text{aus dem Meter} = \frac{39{,}36861}{443{,}296} \times 12 = 1{,}0657063$$

$$\text{aus der Toise} = \frac{76{,}73336}{72} = 1{,}0657411$$

$$\text{nach Kater's Untersuchungen} = 1{,}0657652$$

$$\text{h dem obigen Verhältnisse } \frac{472{,}449480}{443{,}295936} = 1{,}0657654.$$

scheint mir hiernach am paſslichsten, zu setzen

1 franz. Fuſs = 1,06575 engl.; Log. = 0,0276555
1 engl. Fuſs = 0,938306 franz.; Log. = 0,9723445 — 1,

teres für die Verwandlung des französ. Fuſses in den englhen, Letzteres für das umgekehrte Verfahren. Hiernach ist folgende Tabelle berechnet, wobei zu berücksichtigen, für die Linien, Zolle und Fuſse das nämliche Verhältniſs t findet.

Englisches und französisches Längenmaſs.

Fuſs		Fuſs		Fuſs		Fuſs	
t.	engl.	engl.	franz.	frz.	engl.	engl.	franz.
[illegible]	1,06575	1	0,938306	7	7,46025	7	6,568142
[illegible]	2,13150	2	1,876612	8	8,52600	8	7,506448
[illegible]	3,19725	3	2,814918	9	9,59175	9	8,444754
[illegible]	4,26300	4	3,753224	10	10,65750	10	9,383060
[illegible]	5,32875	5	4,691530	11	11,72325	11	10,321366
[illegible]	6,39450	6	5,629836	12	12,78900	12	11,259672

Es liegt vor Augen, daſs beide Gröſsen nach dieser Tale bis zu einer Million verglichen werden können, wenn n das Komma für die Decimalstellen weiter rückt. So be-;en z. B. 700000 franz. Fuſs 746025 englische und 900000 ;lische 844475,4 französische. Da ferner die Toise 6 franische und das *Fathom* 6 engl. Fuſs beträgt, so findet zwi-

39,3803333 engl. Zoll, die Länge der Toise aber war im Mittel 76,74429393 engl. Zoll.

schen beiden das nämliche Verhältniſs als zwischen den Fuſs statt und die Reductionen beider können daher aus der Tab entnommen werden. Das englische *Yard* beträgt 3 engl. Fuſs und um diese in Toisen zu verwandeln, darf man nur die nebenstehende Zahl der Fuſse halbiren oder im umgekehrten Fall verdoppeln. So betragen z. B. 90 Yards 42,22377 Toisen, dagegen aber 50 Toisen 106,575 Yards. Um endlich die Yards in französische Fuſs zu verwandeln, muſs die einer gleichen Zahl engl. Fuſs zugehörige Zahl der französ. Fuſs mit 3 multiplicirt werden.

Englische und französische Längenmaſse.

Yard	franz. F.	Yard	franz. F.	Yard	franz. F.
1	2,814918	10	28,149180	19	53,483442
2	5,629836	11	30,964098	20	56,29836
3	8,444754	12	33,779016	30	84,44754
4	11,259672	13	36,593934	40	112,59672
5	14,074590	14	39,408852	50	140,74590
6	16,889508	15	42,223770	60	168,89508
7	19,704426	16	45,038688	70	197,04426
8	22,519344	17	47,853606	80	225,19344
9	25,334262	18	50,668524	90	253,34262

Für die Vergleichung des englischen Fuſsmaſses mit dem Meter scheint mir die durch Bessel angegebene Gröſse die zweckmäſsigste zu seyn, wonach man setzen kann:

1 Meter = 39,370 engl. Zoll

1 Meter = 3 F. 3,37 Z.; Log. = 0,5159833

1 Fuſs engl. = 0,3048012 Met.; Log. = 0,4840167 − 1

Englisches und metrisches Längenmaſs.

Lin.	mm	Zoll	Cent.	Fuſs	Meter.
1	2,1167	1	2,54	1	0,3048
2	4,2334	2	5,08	2	0,6096
3	6,3500	3	7,62	3	0,9144
4	8,4667	4	10,16	4	1,2192
5	10,5834	5	12,70	5	1,5240
6	12,7001	6	15,24	6	1,8288
7	14,8167	7	17,78	7	2,1336
8	16,9334	8	20,32	8	2,4384
9	19,0501	9	22,86	9	2,7432
10	21,1668	10	25,40	10	3,0480
11	23,2834	11	27,94	11	3,3528
12	25,4001	12	30,48	12	3,6576

Fuſs	Met.	Fuſs	Met.	Fuſs	Met.
13	3,9624	70	21,3361	1000	304,8011
14	4,2672	80	24,3841	2000	609,6022
15	4,5720	90	27,4321	3000	914,4033
16	4,8768	100	30,4801	4000	1219,2044
17	5,1816	200	60,9602	5000	1524,0055
18	5,4864	300	91,4403	6000	1828,8066
19	5,7912	400	121,9204	7000	2133,6077
20	6,0960	500	152,4005	8000	2438,4088
30	9,1440	600	182,8806	9000	2743,2099
40	12,1920	700	213,3607	10000	3048,0100
50	15,2400	800	243,8408	11000	3352,8111
60	18,2881	900	274,3210	12000	3657,6122

Auch diese Tabelle kann vermittelst der Decimalstellen leicht ter fortgesetzt werden.

Metrisches und englisches Längenmaſs.

mm	Lin.	cm	Z.	Lin.	dm	F.	Z.	Lin.
1	0,47244	1	—	4,7244	1	—	3	11,244
2	0,94488	2	—	9,4488	2	—	7	10,488
3	1,41732	3	1	2,1732	3	—	11	9,732
4	1,88976	4	1	6,8976	4	1	3	8,976
5	2,36220	5	1	11,6220	5	1	7	8,220
6	2,83464	6	2	4,3464	6	1	11	7,464
7	3,30708	7	2	9,0708	7	2	3	6,708
8	3,77952	8	3	1,7952	8	2	7	5,952
9	4,25196	9	3	6,5196	9	2	11	5,196
10	4,72440	10	3	11,2440	10	3	3	4,440

Met.	F.	Z.	Met.	F.	Z.	Met.	F.	Z.
1	3	3,37	17	55	9,29	600	1968	6
2	6	6,74	18	59	0,66	700	2296	7
3	9	10,11	19	62	4,03	800	2624	8
4	13	1,48	20	65	7,4	900	2952	9
5	16	4,85	30	98	5,1	1000	3280	10
6	19	8,22	40	131	2,8	2000	6561	8
7	22	11,59	50	164	0,5	3000	9842	6
8	26	2,96	60	196	1,2	4000	13123	4
9	29	6,33	70	229	7,9	5000	16404	2
10	32	9,70	80	262	5,6	6000	19685	0
11	36	1,07	90	295	3,3	7000	22965	10
12	39	4,44	100	328	1	8000	26246	8
13	42	7,81	200	656	2	9000	29527	6
14	45	11,18	300	984	3	10000	32808	4
15	49	2,55	400	1312	4	11000	36089	2
16	52	5,92	500	1640	5	12000	39370	0

Eine Vergleichung der bei den Engländern und Fran-
sen üblichen Flächenmafse der Ländereien läfst sich einf
auf das oben mitgetheilte Verhältnifs gründen, wonach 1
engl. *Acre* 40,467 franz. *Ares* beträgt.

Englisches und französisches Flächenma

Rood	Ares	Quadrat Yards	Ares	Roods	par. Quadr. Fufs
1	10,1168	1210	1	0,098845	947,7
2	20,2335	2420	2	0,197691	1895,4
3	30,3503	3630	3	0,296536	2843,1
4	40,4670	4840	4	0,395382	3790,8
Acre	Hektar.	....	5	0,494227	4738,5
1	0,40467	4840	6	0,593073	5686,2
2	0,80934	9680	7	0,691918	6633,9
3	1,21401	14520	8	0,790764	7581,6
4	1,61868	19360	9	0,889609	8529,3
5	2,02335	24200	10	0,988455	9477,0
6	2,42802	29040	11	1,087301	10424,7
7	2,83269	33880	12	1,186146	11372,4
8	3,23736	38720	13	1,284992	12320,1
9	3,64203	43560	14	1,383837	13267,8
10	4,04670	48400	15	1,482683	14215,5
11	4,45137	53240	16	1,581528	15163,2
12	4,85604	58080	17	1,680374	16110,9
13	5,26071	62920	18	1,779219	17058,6
14	5,66538	67760	19	1,878065	18006,3
15	6,07005	72600	20	1,976910	18954,0
16	6,47472	77440	30	2,965365	28431,0
17	6,87939	82280	40	3,953820	37908,0
18	7,28406	87120	50	4,942275	47385,0
19	7,68873	91960	60	5,930730	56862,0

Um den Flächen-Inhalt in Quadratmetern zu erhalten,
man nur berücksichtigen, dafs 1 Are 100 Quadratmeter
macht, wonach also in der Zahl der Aren das Komma
Decimalzahlen um 2 Ziffern und für die Hektaren um 4
fern weiter nach der rechten Seite gerückt wird. So
1 Rood 10,1168 Aren oder 1011,68 Quadratmeter und 1
4046,7 Quadratmeter.

Das eigentliche Reichsgewicht in England ist das Pfund T
wovon mehrere einfache und doppelte Normalstücke im H
of Commons aufbewahrt werden. Unter den Prüfungen de
ben war eine der wichtigsten die durch Shuckburgh Ev

ıer die verschiedenen Exemplare verglich und keine be-
nden Abweichungen derselben wahrnahm. Die im Jahr
festgesetzte Commission untersuchte die Gewichtsstücke
ıals, und da sie fand, dafs das messingne, durch Bird
verfertigte von dem durch Shuckburgh bestimmten
l am wenigsten abwich, so schlug sie dieses als das ein-
Normalgewicht vor; auch wurde dieser Vorschlag durch
Parlamentsacte genehmigt, wonach dieses die absolute
:htseinheit unter dem Namen *Imperial Troy Pound* seyn
m *House of Commons* aufbewahrt werden soll. Um die-
ewicht auf das durch die Pendellängen unveränderlich
ımte Längenmafs zurückzuführen, setzte die ernannte
ıission fest, dafs ein Kubikzoll destillirtes Wasser bei
'. Temperatur und bei 30 engl. Zollen Quecksilberhöhe
Barometers mit messingnen Gewichten gewogen 252,458
ı desjenigen Pfundes wiegen soll, welches 5760 solcher
s enthält. Dieses Pfund (geschr. *lb*, *libra*, wovon auch
ewöhnliche Zeichen ℔. kommt) hat 12 Unzen (geschr.
unzes statt des neuern *ounces*), die Unze 20 *pennyweight*
ır. *dwt*), und das *dwt* hat 24 *grains*. Daneben existirt
das *Avoir-du-poids*-Gewicht für den Handel, welches
7000 *grains* hält und in 16 Unzen, die Unze zu 16
ımen oder *Drams*, also in 256 Drachmen getheilt ist,
jede diesemnach etwas über 27 *grains* enthält. Ferner
28 Pfunde 1 *quarter* (geschr. *qrs*), 4 *quarters* 1 *Hun-*
›eight (geschr. *C. wt*) und 20 *C. wt*, jedes von 112
Avoir-du-poids-Gewicht, 1 *Ton*. Das Apothekergewicht
ichfalls das Troy-Gewicht, hat aber die nämlichen Ab-
ıgen, wie in Deutschland.

)as Verhältnifs beider Gewichte zu einander ergiebt sich
, indem 144 Avoir-du-poids-Pfunde = 175 Troy-Pfun-
nd 175 Troy-Unzen = 192 Avoir-du-poids-Unzen sind.
'erhältnifs dieses Gewichts zu andern, namentlich zum
ızösischen, hat man erst in der neuesten Zeit schärfer
timmen gesucht. Schon 1742 theilten sich die Londo-
cietät und die Pariser Akademie genaue Copieen der bei
gebräuchlichen Pfunde mit, welche verglichen das par.
= 7560 engl. Grains gaben[1]. Im März 1820 fand man

Phil. Trans. XLII. 285.
d.

aber bei der Vergleichung eines genauen par. Pfundes mit dem englischen in der Münze das erstere nur 7555 Grains schwer, und es zeigte sich dann, daſs das Pfund der Londoner Societät um etwas über 4 Grains zu leicht sey. Man darf also das Verhältniſs beider Pfunde $= \frac{5760}{7555}$ setzen oder 1 franz. Pfund = 1,311632 englische und 1 engl. = 0,76241 französische.

Bei dem groſsen Fleiſse und der auſserordentlichen Sorgfalt, welche auf die Erhaltung der gröſsten Genauigkeit bei den gesetzlich bestimmten Normalgewichten in England und Frankreich verwandt worden sind, ist es allerdings etwas auffallend, daſs dennoch die Vergleichungen verschiedener Copieen beider mit einander merkliche Unterschiede zeigen und daher die Bestimmungen hierüber noch fortwährend einige Ungewiſsheit zurücklassen, wie sich vorzüglich aus den neuesten Untersuchungen von VAN MOLL[1] ergiebt. Zuerst fand derselbe, daſs ein von BATE erhaltenes Troy-℔. 0,065 Grains oder $\frac{1}{88614}$ des Ganzen weniger wog, als das von ihm zur Vergleichung gebrauchte von ROBINSON, wobei er nicht auszumachen vermochte, welches von beiden das eigentlich richtige seyn mag[2]. Das Mittel aus 6 Wägungen ergab dann, daſs das durch FORTIN verfertigte, von der berühmten Pariser Commission zur Regulirung der Maſse im Jahre 1799 an ...
und VAN SWINDEN eingehändigte Kilogramm 15432,295 Grains des englischen Troy-Pfundes wog, wonach also letzteres 373,244 Grammen gleichkommt, eine mit den neuesten Prüfungen vollkommen übereinstimmende Gröſse. Ein von dem Ministerium des Innern in den Niederlanden zugesandtes Kilogramm von FORTIN zeigte dagegen + 0,487 Grains, ein von der französischen Münze der holländischen Münze gesandtes, durch GANDOLFI verfertigtes Exemplar + 0,... und ein zweites von ebendemselben sogar + 1,487 Grains. WEBER[3] fand bei der Vergleichung eines durch SCHUMACHER

1 Journ. of the Roy. Inst. N. IV. p. 64.

2 Zwei andere, aus der Münze in London erhaltene, legale Exemplare hatten — 1,48 und — 1,6 Grains.

3 Poggendorff's Ann. XVIII. 608.

ıaltenen Troy-Pfundes mit dem Platin-Kilogramm des eufsischen Gouvernements — 0,183 Grains. Andere Ver-ichungen gaben noch weit gröfsere Unterschiede, z. B. von fevre Gineau und George Shuckburgh[1] + 11,765; von uckburgh, Fletcher und Kater[2] + 7,735; von Ma-ieu[3] + 6,090 Grains. Nach Francoeur[4] wiegt das Pfund oy 372,9986 Gramme, das Pfund Avoir-du-poids 453,2968 ımme; nach einer Wägung durch Mathieu, Legendre l Dulong[5] wiegt die engl. Troy-Unze 31,0913 Gramme, ı das Pfund 373,0956 Gramme. Am genauesten sind die timmungen durch Chelius und Hauschild[6], welche die ichtigten Etalons dazu durch Schumacher erhielten. Hier-h wiegt das engl. Troy-Pfund 373,243 und das Avoir-du-ls-Pfund 453,594 Gramme. Das Juwelengewicht endlich überall das nämliche seyn[7], wenigstens ist dieses bei dem Handel vorkommenden der Fall, und sonach wiegt das ıt 20,5894 Centigramme. Hierauf beruhen folgende Ver-chungen.

---

1 Young's Lectures II. p. 161.

2 Annals of Phil. N. S. Vol. II. p. 154.

3 Annuaire du Bureau des Longit. 1829. p. 59.

4 Nouveau Bullet. des Sciences par la Soc. phil. 1825. Sept. 19.

5 Register of Arts N. 32. p. 127. Daraus in Dingler polyt. Journ. XXVIII. Hft. 6.

6 Mafs- und Gewichtsbuch von G. K. Chelius. Herausgegeben J. F. Hauschild. Frankf. 1830. S. 378. Nach einer in den Jahren und 1834 vorgenommenen Vergleichung von Schumacher's Kilo-m mit dem im Archive zu Paris, die durch Olufsen mit Unter-ung von Arago auf das sorgfältigste bewerkstelligt wurde, wiegt länische Kilogramm von Platin 999,999394 Gramme im luftleeren ıe. S. Schumacher's Jahrbuch für 1836. S. 237.

7 Chelius a. a. O. S. 291.

Englisches Troy- und Avoir-du-poids-Gewicht

Troy dwt	A. d. p. dram.	Troy dwt	A. d. p. dram.	A. d. p. dr.	Troy dwt	A. d. p. oz	Troy oz
1	0,878	17	14,921	1	1,139	1	0,911
2	1,755	18	15,799	2	2,279	2	1,823
3	2,633	19	16,677	3	3,418	3	2,734
4	3,511	20	17,554	4	4,557	4	3,646
		oz	oz				
5	4,389	1	1,097	5	5,696	5	4,557
6	5,266	2	2,194	6	6,836	6	5,469
7	6,144	3	3,291	7	7,975	7	6,380
8	7,022	4	4,389	8	9,115	8	7,292
9	7,899	5	5,486	9	10,254	9	8,203
10	8,777	6	6,583	10	11,393	10	9,115
11	9,655	7	7,680	11	12,532	11	10,026
12	10,533	8	8,777	12	13,672	12	10,937
13	11,410	9	9,874	13	14,811	13	11,849
14	12,288	10	10,971	14	15,950	14	12,760
15	13,166	11	12,068	15	17,090	15	13,672
16	14,044	12	13,166	16	18,229	16	14,583

glisches Troy- und Avoir-du-poids-Gewicht.

Troy lb	A. d. p. lb	Troy lb	A. d. p. lb	A. d. p. lb	Troy lb	A. d. p. qrs	Troy lb
1	0,823	65	53,486	1	1,215	1	34,027
2	1,646	70	57,600	2	2,430	2	68,054
3	2,469	75	61,714	3	3,646	3	102,081
4	3,291	80	65,829	4	4,861	4	136,108
5	4,114	85	69,943	5	6,076	Cwt	136,108
6	4,937	90	74,057	6	7,292	2	272,216
7	5,760	95	78,171	7	8,507	3	408,325
8	6,583	100	82,286	8	9,722	4	544,434
9	7,406	110	90,514	9	10,937	5	680,542
10	8,229	120	98,743	10	12,152	6	816,651
11	9,051	130	106,971	11	13,378	7	952,759
12	9,874	140	115,200	12	14,583	8	1088,88
13	10,697	150	123,429	13	15,798	9	1224,98
14	11,520	160	131,657	14	17,014	10	1361,11
15	12,343	170	139,886	15	18,229	11	1497,19
16	13,166	180	148,114	16	19,444	12	1633,30
17	13,989	190	156,343	17	20,659	13	1769,41
18	14,811	200	164,571	18	21,874	14	1905,52
19	15,634	300	246,857	19	23,090	15	2041,63
20	16,457	400	329,143	20	24,305	16	2177,74
25	20,570	500	411,429	21	25,520	17	2313,84
30	24,686	600	493,714	22	26,736	18	2449,95
35	28,800	700	576,000	23	27,951	19	2586,06
40	32,914	800	658,286	24	29,166	20	2722,17
45	37,028	900	740,572	25	30,381	Ton	2722,17
50	41,143	1000	822,857	26	31,597	2	5444,34
55	45,257	2000	1645,71	27	32,812	3	8166,51
60	49,371	3000	2468,57	28	34,027	4	10888,7

Es wird hinreichen, bloſs das Troy-Pfund mit dem alt-
zösischen zu vergleichen, wozu das angegebene Verhält-
dient, daſs das englische 5760, das französische aber
5 engl. Grains wiegt. Dagegen aber wird das französische
nd in 16 Unzen, die Unze in 8 gros und das gros in 72
ns abgetheilt, das englische aber in 12 Unzen, die Unze
20 *pennyweight* und das *pennyweight* in 24 *grains*, wo-
h folgende Tabelle berechnet ist.

Englisches Troy- und französisches Mark-gewicht.

engl. gr.	franz. grain	dwt.	oz.	gr.	grain	oz.	℔.	On.	gr.	grain
1	1,220	1	—	—	29,28	6		6	0	57,19
2	2,440	2	—	—	58,55	7		7	0	66,72
3	3,660	3		1	15,83	8		8	1	4,26
4	4,879	4		1	45,11	9		9	1	13,79
5	6,099	5		2	2,38	10		10	1	23,32
6	7,319	6		2	31,66	11		11	1	32,85
7	8,539	7		2	60,94	12		12	1	42,39
8	9,759	8		3	18,21	lb.		12	1	42,39
9	10,979	9		3	47,49	2	1	8	3	12,77
10	12,199	10		4	4,77	3	2	4	4	55,16
11	13,418	11		4	34,04	4	3	—	6	25,54
12	14,638	12		4	63,32	5	3	12	7	67,92
13	15,858	13		5	20,60	6	4	9	1	38,31
14	17,078	14		5	49,87	7	5	5	3	8,70
15	18,298	15		6	7,15	8	6	1	4	51,09
16	19,518	16		6	36,43	9	6	13	6	21,47
17	20,738	17		6	65,70	10	7	9	7	63,86
18	21,957	18		7	22,98	11	8	6	1	34,24
19	23,177	19		7	52,26	12	9	2	3	4,63
20	24,397	Oz.	1	0	9,53	13	9	14	5	47,01
21	25,617	2	2	0	19,06	14	10	10	6	17,40
22	26,837	3	3	0	28,60	15	11	6	7	59,79
23	28,057	4	4	0	38,13	16	12	3	1	30,17
24	29,277	5	5	0	47,66	17	12	15	4	0,56

e.lb.	frz. ℔.	e.lb.	frz. ℔.	e.lb.	frz. ℔.
1	0,76241	8	6,09929	15	11,43616
2	1,52482	9	6,86170	16	12,19858
3	2,28723	10	7,62411	17	12,96099
4	3,04964	11	8,38652	18	13,72340
5	3,81206	12	9,14893	19	14,48581
6	4,57447	13	9,91134	20	15,24822
7	5,33688	14	10,67375	21	16,01063

Französisches Mark- und englisches Troy-Gewicht.

frz. grain	engl. grain	fr. gr.	engl. dwt.	engl. gr.	fr. gr.	engl. dwt.	engl. gr.	fr. gr.	engl. dwt.	engl. gr.
1	0,820	19	0	15,58	37	1	6,33	55	1	21,09
2	1,640	20	0	16,40	38	1	7,15	56	1	21,90
3	2,459	21	0	17,22	39	1	7,97	57	1	22,73
4	3,279	22	0	18,03	40	1	8,79	58	1	23,55
5	4,099	23	0	18,85	41	1	9,61	59	2	0,36
6	4,919	24	0	19,67	42	1	10,43	60	2	1,19
7	5,738	25	0	20,49	43	1	11,25	61	2	2,01
8	6,558	26	0	21,31	44	1	12,07	62	2	2,83
9	7,378	27	0	22,13	45	1	12,89	63	2	3,65
10	8,198	28	0	22,95	46	1	13,71	64	2	4,47
11	9,017	29	0	23,77	47	1	14,53	65	2	5,28
12	9,837	30	1	0,59	48	1	15,35	66	2	6,10
13	10,657	31	1	1,41	49	1	16,17	67	2	6,92
14	11,477	32	1	2,23	50	1	16,99	68	2	7,74
15	12,297	33	1	3,05	51	1	17,81	69	2	8,56
16	13,116	34	1	3,87	52	1	18,63	70	2	9,38
17	13,936	35	1	4,69	53	1	19,45	71	2	10,20
18	14,756	36	1	5,51	54	1	20,27	72	2	11,02

frz. gros	engl. dwt.	engl. gr.	frz. On.	engl. oz.	engl. dwt.	engl. grain	frz. On.	engl. oz.	engl. dwt.	engl. grain
1	2	11,02	1	0	19	16,19	9	8	17	1,69
2	4	22,05	2	1	19	8,38	10	9	16	17,88
3	7	9,07	3	2	19	0,56	11	10	16	9,06
4	9	20,09	4	3	18	16,75	12	11	16	1,25
5	12	7,12	5	4	18	8,93	13	12	15	17,44
6	14	18,14	6	5	18	1,13	14	13	15	9,63
7	17	5,16	7	6	17	17,31	15	14	15	1,81
8	19	16,19	8	7	17	9,50	16	15	14	18,00

frz. ℔.	engl. lb.	frz. ℔.	engl. lb.	frz. ℔.	engl. lb.
1	1,31163	8	10,49306	15	19,67448
2	2,62326	9	11,80469	16	20,98611
3	3,93490	10	13,11632	17	22,29774
4	5,24653	11	14,42795	18	23,60938
5	6,55816	12	15,73958	19	24,92101
6	7,86979	13	17,05122	20	26,23264
7	9,18142	14	18,36285	21	27,54427

Bei der Vergleichung des engl. Troy-Gewichts mit m neufranzösischen liegt das oben angegebene, durch Che-

lius und Hauschild gefundene Verhältnifs zum Grunde, wo-
nach das Pfund Troy 373,243 Gramme wiegt.

Englisches Troy- und metrisches Gewicht.

gr.	decig.	dwt.	gram.	oz.	gram.	lb.	kilogr.
1	0,648	1	1,555	5	155,518	16	5,97189
2	1,296	2	3,110	6	186,641	17	6,34513
3	1,944	3	4,666	7	217,725	18	6,71837
4	2,592	4	6,221	8	248,829	19	7,09162
5	3,240	5	7,776	9	279,932	20	7,46486
6	3,888	6	9,331	10	311,036	30	11,1973
7	4,536	7	10,886	11	342,139	40	14,9297
8	5,184	8	12,441	12	373,243	50	18,6621
9	5,832	9	13,997	lb.	kilogr.	60	22,3946
10	6,480	10	15,552	1	0,37324	70	26,1270
11	7,128	11	17,107	2	0,74649	80	29,8594
12	7,776	12	18,662	3	1,11973	90	33,5919
13	8,424	13	20,217	4	1,49298	100	37,3243
14	9,072	14	21,773	5	1,86622	200	74,6486
15	9,720	15	23,328	6	2,23946	300	111,9729
16	10,368	16	24,883	7	2,61270	400	149,2972
17	11,016	17	26,438	8	2,98594	500	186,6215
18	11,664	18	27,993	9	3,35919	600	223,9458
19	12,312	19	29,548	10	3,73243	700	261,2701
20	12,960	20	31,104	11	4,10567	800	298,5944
21	13,608	oz.	31,104	12	4,47892	900	335,9187
22	14,256	2	62,207	13	4,85216	1000	373,243
23	14,904	3	93,311	14	5,22540	2000	746,486
24	15,552	4	124,414	15	5,59865	3000	1119,729

nzösisches metrisches und englisches Troy-Gewicht.

g.	grain	gr.	oz.	dwt.	grain	htg.	lb.	oz.	dwt.	grain
1	0,1543	1	0	0	15,432	1	0	3	4	7,23
2	0,3086	2	0	1	6,865	2	0	6	8	14,46
3	0,4630	3	0	1	22,297	3	0	9	12	21,69
4	0,6173	4	0	2	13,729	4	1	0	17	4,92
5	0,7716	5	0	3	5,162	5	1	4	1	12,15
6	0,9259	6	0	3	20,594	6	1	7	5	19,38
7	1,0803	7	0	4	12,026	7	1	10	10	2,61
8	1,2346	8	0	5	3,458	8	2	1	14	9,84
9	1,3889	9	0	5	18,890	9	2	4	18	17,07
0	1,5432	10	0	6	10,323	10	2	8	3	0,30
g.	grain	dkg.	oz.	dwt.	grain	kil.	lb.	oz.	dwt.	grain
1	1,5432	1	0	6	10,323	1	2	8	3	0,3
2	3,0865	2	0	12	20,646	2	5	4	6	0,6
3	4,6297	3	0	19	6,969	3	8	0	9	0,9
4	6,1729	4	1	5	17,292	4	10	8	12	1,2
5	7,7162	5	1	12	3,615	5	13	4	15	1,5
6	9,2594	6	1	18	13,938	6	16	0	18	1,8
7	10,803	7	2	5	0,261	7	18	9	1	2,1
8	12,346	8	2	11	10,584	8	21	5	4	2,4
9	13,889	9	2	17	20,907	9	24	1	7	2,7
0	15,432	10	3	4	7,230	10	26	9	10	3,0

kil.	lb.*	kil.	lb.	kil.	lb.
1	2,679	11	29,471	20	53,5844
2	5,358	12	32,151	30	80,3766
3	8,038	13	34,830	40	107,1688
4	10,717	14	37,509	50	133,9610
5	13,396	15	40,188	60	160,7532
6	16,075	16	42,868	70	187,5454
7	18,755	17	45,547	80	214,3376
8	21,434	18	48,226	90	241,1298
9	24,113	19	50,905	100	267,9220
10	26,792	20	53,584	1000	2679,22

England hat im Allgemeinen noch seine ältern Hohlmafse, i die Commission für Mafs und Gewicht hat auch diese rdings mit einiger Abänderung näher bestimmt. Man unhied nämlich ehemals die Mafse für trockne Substanzen denen für Flüssigkeiten. Für trockne, nicht aufgehäufte, ern mit dem Streichholze abgestrichene Substanzen war Hauptmafs das *Gallon* von 268,8 Kubikzoll Inhalt, wel-

ches 8 *Pints* enthielt; dann machten 2 Gallons 1 *Peck*, ge-
wöhnlicher 8 Gallons 1 *Bushel*, 32 Gallons oder 4 Bush
1 *Coom*, 8 Bushels 1 *Quarter*, 5 Quarters 1 *Wey* und
Quarters oder 640 Gallons 1 *Last*. Für Steinkohlen
machten 36 Bushels 1 *Chaldron*. Auch für die verschie-
nen Biersorten war das Gallon von 282 Kubikzollen das no-
male Mafs, welches dann 4 *Quarts* und 8 *Pints* enthi
ferner machten 9 Gallonen 1 *Firkin*, 18 Gallonen 1 *Kil-*
kin, beide nicht eben gebräuchlich, desto mehr dagegen
Barrel von 36 und der *Hogshead* von 54 Gallons,
machten 72 Gallons oder 2 Barrels 1 *Puncheon* und 108 Gal-
lons oder 3 Barrels 1 *Butt*. Für Wein bestanden
nämlichen Mafse, nämlich *Gallon*, jedoch nur von 231 Ku-
bikzoll, welcher in 4 *Quarts* und 8 *Pints* getheilt wu
dann machten 42 Gallons 1 *Tierce*, 63 Gallons 1 *Hogshe*
84 Gallons oder 2 Tierces 1 *Puncheon*, 126 Gallons oder
Tierces 1 *Pipe* und 2 Pipes oder 252 Gallons 1 *Tun*.
fserdem machten 10 Gallons 1 *Anker*, 18 Gallons 1
und 31,5 Gallons 1 *Barrel*. Die mehrerwähnte Commi
für die Regulirung der Mafse und Gewichte that aber
nachher gesetzlich bestätigten Vorschlag, dafs der *Gall*
alle trockene und flüssige Dinge das einzige normale Hohl
seyn solle. Der gesetzliche Inhalt des *Gallons* ist 10 A
du-poids-Pfund Wasser bei 62° F. und 30 Z. Baromete
mit messingnen Gewichten in der Luft gewogen, und
hiernach bestimmte, gleichfalls im *House of Commons*
wahrte Mafs heifst *Imperial Standard Gallon*. Ein sol
Gallon enthält 277,274 engl. Kubikzoll, wird in 4 *Quarts*
8 *Pints* getheilt, und 2 Gallons machen 1 *Peck*, 8 Gal
1 *Bushel* und 64 Gallons oder 8 Bushels 1 *Quarter*.
fserdem hat man im gewöhnlichen Gebrauche noch
Bushels, halbe *Gallons*, halbe *Pints* und *Gills*, deren
eine Pinte ausmachen, und halbe *Gills*. Hiervon ist
das Mafs solcher trocknen Substanzen, welche nicht ge
chen, sondern beim Messen aufgehäuft werden, wohl zu
terscheiden. Nach der gesetzlichen Bestimmung soll
Bushel, worin solche Dinge gemessen werden, rund
mit ebenem Boden, und 19,5 Zoll äufserem Durchmesser,
der einen Aufsenseite zur andern gerechnet, enthalten.
aufgehäufte Masse soll dann ferner einen Kegel von mindest

ll Höhe bilden, dessen Inhalt also 597,107 Kubikzoll ;t. Diese zu den 8 × 277,274 Kubikzoll des gestriche- Bushels gezählt giebt 2815,219 Kubikzoll; 3 solcher *els* geben dann einen *Sack* und 12 *Sacks* oder direct *ushels* einen *Chaldron.*

Eine Vergleichung der englischen Maſse mit den franzö- n läſst sich anstellen, wenn man mit CHELIUS[1] an- t, daſs ein gestrichener *Gallon* 277,274 englische oder 468 par. Kubikzoll, der gehäufte *Bushel* aber 2815,25 oder 2325,584 par. Kubikzoll beträgt; für die Bequem- it wird es jedoch genügen, bloſs die neuern gesetzli- Maſse beider Länder in tabellarischer Uebersicht nach undlage zusammenzustellen, daſs 1 gestrichenes engl. *Gal-* ,54346 franz. *Liter* ausmacht.

Englische und metrische Hohlmaſse.

Pi.	Lit.	Gal.	Dekal.	Bu.	Hektol.	Qt.	Kilol.
1	0,5679	1	0,4544	1	0,3635	2	0,581563
2	1,1359	2	0,9087	2	0,7269	3	0,872344
3	1,7038	3	1,3630	3	1,0904	4	1,163126
4	2,2717	4	1,8174	4	1,4539	5	1,453907
5	2,8397	5	2,2717	5	1,8174	6	1,744689
6	3,4076	6	2,7261	6	2,1809	7	2,035470
7	3,9755	7	3,1804	7	2,5443	8	2,326252
8	4,5435	8	3,6348	8	2,9078	9	2,617033

[1] Maſs- und Gewichtsbuch S. 278.

Metrische und englische Hohlmafse.

Lit.	Bus.	Gal.	Pints	Hktl.	Qt.	Bu.	G.	Pints
1	—	—	1,761	1	—	2	6	0,077
2	—	—	3,522	2	—	5	4	0,155
3	—	—	5,282	3	1	—	2	0,233
4	—	—	7,043	4	1	3	0	0,309
5	—	1	0,804	5	1	5	6	0,387
6	—	1	2,565	6	2	—	4	0,464
7	—	1	4,325	7	2	3	2	0,541
8	—	1	6,086	8	2	6	—	0,618
9	—	1	7,847	9	3	—	6	0,696
10	—	2	1,608	10	3	3	4	0,773
dkl.	—	2	1,608	Kll.	3	3	4	0,773
2	—	4	3,215	2	6	7	—	1,546
3	—	6	4,823	3	10	2	4	2,319
4	1	—	6,430	4	13	6	—	3,092
5	1	3	0,039	5	17	1	4	3,865
6	1	5	1,646	6	20	5	—	4,638
7	1	7	3,254	7	24	—	4	5,411
8	2	1	4,862	8	27	4	—	6,184
9	2	3	6,470	9	30	7	4	6,957
10	2	6	0,077	10	34	3	0	7,730

Die neueste Feststellung der Mafse und Gewichte im [ganz]en Königreiche geschah auf die Vorschläge der bere[its er]wähnten, von der Regierung im Jahre 1818 ernannten [Com]mission, welche aus J. Banks, George Clerk, Davie[s Gil]bert, W. H. Wollaston, Th. Young und Henry K[ater] bestand. Sie übergab nach einander drei Berichte, den [ersten] vom 24. Juni 1819, den zweiten vom 13. Juli 1820 und [den] dritten vom 31. März 1821, worauf das vorgeschlagene [Mafs] und Gewicht durch zwei Parlamentsacten vom 17. Juni [1824] und 31. März 1825 gesetzliche Gültigkeit für das ganze [Kö]nigreich erhielt. Demnächst wünschten die *Lords Commissio*[*ners*] der königlichen Schatzkammer (*Treasury*), dafs ein[ige] Mitglieder dieser Commission bei der Anfertigung der H[aupt]normalmafse (*principal standards*) behülflich seyn [möchten], welche in der Schatzkammer (*Exchequer*) und auf dem [Rath]hause zu London, in Dublin und in Edinburg niede[rgelegt] werden sollten, welchen Auftrag H. Kater erfüllte[1].

1 Phil. Trans. 1826. P. II. p. 1 ff.

sing der Zersetzung leichter ausgesetzt ist, so wählte hierzu eine Mischung aus 576 Th. Kupfer, 59 Th. Zinn 48 Th. Messing. Der *Bushel* wurde cylindrisch gemacht, fähr 18,5 Z. innern, 19,5 Z. äufsern Durchmesser und Z. Tiefe haltend, das *Gallon*-Mafs bildete einen Kegel, her oben in einen Cylinder von 1,5 Z. Durchmesser en-; dieses wurde in ein 4 Z. hohes cylindrisches Gefäfs mit lhaben gesetzt, um es gegen Verletzung und Veränderung Temperatur durch das Anfassen zu sichern. Die Mafse *Quart* und *Pint* waren von der nämlichen Gestalt, nur er, die aus Messing verfertigten Gewichte hatten sphäri- Gestalt mit abgeplattetem Boden und Knöpfen zum Auf- n vermittelst einer hölzernen Gabel; auch war neben die- eine kleine Vertiefung, um beim Justiren kleine Stück- Draht aufzunehmen. Die *Yards* wurden in doppelten nplaren aus Messing durch Dollond verfertigt, die als hnliche normale dienenden mit Enden von Stahl, die genauen, nur für ausgezeichnete Fälle aufbewahrten, goldenen Puncten, die genau ihre Länge bezeichnen.

c) Wiener Mafse.

In den eigentlichen österreichischen Erbstaaten und na- lich in Wien, wurden schon seit längerer Zeit genaue erstücke der Mafse und Gewichte aufbewahrt und so- h nach der Regulirung des französischen Mafssystems na- lich durch v. Vega mit genauen, aus Paris erhaltenen ns verglichen[1], auch wird fortwährend darauf gesehn, die einmal angenommenen Gröfsen in ihrer festgesetzten mmung beibehalten werden. Als normales Längenmafs der *Fufs* betrachtet werden, welcher in 12 Zoll, der in 12 Lin., die Linie in 12 Scrupel oder Puncte und

Natürliches Mafs-, Gewichts- und Münzsystem u. s. w. von eiherrn v. Vega, herausgeg. von Kreil. Wien 1803. 4. Stam- hat bei seinen Untersuchungen der Ausdehnung des Wassers einer hierdurch veranlafsten Prüfung der Wiener Normalmafse von den hier aufgenommenen Bestimmungen abweichende Wer- efunden, allein wenn jene Bestimmungen als gesetzlich betrach- rden, so sind die Muster hiernach einzurichten, und zudem ist bweichung nur unbedeutend. S. Jahrb. d. polyt. Inst. Th. XVI.

der Punct in 12 Quintchen getheilt ist, ohne dafs man je-doch weiter als bis zu Linien und deren Decimalen zu gehen pflegt. Die Wiener Klafter enthält dann 6 solcher Fufse, die Elle 2,465, und letztere wird im gemeinen Leben durch wiederholte Halbirungen und auch wohl in Drittel und Sechstel getheilt. Da in physikalischen Werken die beiden letztern Mafse sehr selten vorkommen, so genügt es im Allgemeinen zu bemerken, dafs die Elle 0,7799224 und die Klafter 1,896614 Meter beträgt. Das Verhältnifs des Fufses und der Klafter zum par. Fufse und zum Meter giebt folgende Tabelle, worin der Wiener Fufs = 316,1023 und der alte Pariser = 324,83… Millimeter genommen worden ist.

Verhältnifs des Wiener zum Par. Längenmafse.

Lin.	par. Lin.	Centim.	Zoll	par. Z.	Decim.
1	0,9731	0,2195	1	0,9731	0,26342
2	1,9462	0,4390	2	1,9462	0,52684
3	2,9193	0,6585	3	2,9193	0,79025
4	3,8924	0,8781	4	3,8924	1,05367
5	4,8655	1,0975	5	4,8655	1,31709
6	5,8386	1,3171	6	5,8386	1,58051
7	6,8117	1,5366	7	6,8117	1,84393
8	7,7848	1,7561	8	7,7848	2,10735
9	8,7579	1,9756	9	8,7579	2,37076
10	9,7310	2,1952	10	9,7310	2,63418
11	10,7041	2,4147	11	10,7041	2,89760
12	11,6772	2,6342	12	11,6772	3,16102
Fufs	par. Fufs	Meter	Fufs	par. Fufs	Meter
1	0,973103	0,3161023	11	10,704133	3,4771253
2	1,946206	0,6322046	12	11,677236	3,7932276
3	2,919309	0,9483069	13	12,650339	4,1093299
4	3,892412	1,2644092	14	13,623442	4,4254322
5	4,865515	1,5805115	15	14,596545	4,7415345
6	5,838618	1,8966138	16	15,569648	5,0576368
7	6,811721	2,2127161	17	16,542751	5,3737391
8	7,784824	2,5288184	18	17,515854	5,6898414
9	8,757927	2,8449207	19	18,488957	6,0059437
10	9,731030	3,1610230	20	19,462060	6,3220460
Kl.	par. Fufs	Meter	Kl.	par. Fufs	Meter
1	5,8386	1,89661	6	35,0317	11,37968
2	11,6772	3,79323	7	40,8703	13,27629
3	17,5158	5,68984	8	46,7089	15,17291
4	23,3544	7,58645	9	52,5475	17,06952
5	29,1931	9,48307	10	58,3861	18,96614

rhältnifs des Pariser zum Wiener Längenmafse.

mm.	Lin.	ctm.	Z.	Lin.	dcm.	F.	Z.	Lin.
1	0,4555	1	—	4,555	1	—	3	9,555
2	0,9111	2	—	9,111	2	—	7	7,110
3	1,3666	3	1	1,666	3	—	11	4,664
4	1,8222	4	1	6,222	4	1	3	2,219
5	2,2777	5	1	10,777	5	1	6	11,774
6	2,7333	6	2	3,333	6	1	10	9,328
7	3,1888	7	2	7,888	7	2	2	6,883
8	3,6444	8	3	0,444	8	2	6	4,438
9	4,0999	9	3	4,999	9	2	10	1,993
10	4,5555	10	3	9,555	10	3	1	11,548

Met.	Wien. F.	Met.	Wien. F.	p. F.	Wien. F.
1	3,163533	13	41,12593	1	1,02764
2	6,327066	14	44,28946	2	2,05528
3	9,490599	15	47,55299	3	3,08292
4	12,65413	16	50,61653	4	4,11056
5	15,81766	17	53,78006	5	5,13820
6	18,98120	18	56,94359	6	6,16584
7	22,14473	19	60,10713	7	7,19348
8	25,30826	20	63,27066	8	8,22112
9	28,47180	21	66,43419	9	9,24876
10	31,63533	22	69,59773	10	10,27640
11	34,79886	23	72,76126	11	11,30404
12	37,96239	24	75,92479	12	12,33168

las nämliche Verhältnifs zwischen den altfranzösischen Wiener Linien, Zollen, Klaftern und Toisen statt findet, wischen den Fufsen, so genügt die dritte Columne der n Tabelle zur Reduction aller dieser Gröfsen.

lufser den genannten Längenmafsen sind in Wien und österreichischen Erbstaaten noch gangbar und gesetzlich det: der *Strich*, beim Recrutenmafse, von 3 Wiener Li- die *Faust*, beim Pferdemafse, von 4 Wien. Zoll, die ische oder Prager Klafter und Elle von 1,778496 und 96 Meter, die mährische Klafter und Elle von 1,775789),7906682 Meter, die schlesische Klafter und Elle von 35 und 0,5790104 Meter und die tyroler Klafter und von 1,884665 und 0,8041356 Meter. Zu Flächenmafsen ı die üblichen Längenmafse, für den Inhalt der Felder

aber hauptsächlich die Quadratklafter, welche 3,597145 Quadratmeter beträgt, 1600 Quadratklafter aber betragen ein Joch, welches also 5755,43 Quadratmeter oder 57,55432 Are beträgt. Zur Bestimmung des Kubikinhalts dient meistens der Kubikfuſs = 31,58517 Kubik-Decimeter und der Kubikzoll = 18,27845 Kubik-Centimeter.

Wiener und metrisches Feldmaſs.

Joch	Hektaren	Are	Joch	Hkt.	Joch
1	0,575543	1	0,017375	1	1,737489
2	1,151086	2	0,034750	2	3,474978
3	1,726630	3	0,052125	3	5,212467
4	2,302173	4	0,069500	4	6,949956
5	2,877716	5	0,086875	5	8,687445
6	3,453259	6	0,104249	6	10,424934
7	4,028802	7	0,121624	7	12,162423
8	4,604346	8	0,139000	8	13,899912
9	5,179889	9	0,156374	9	15,637401
10	[illegible]755432	10	0,173749	10	17,374890

Die Wiener Gewichte haben zur Norm die Mark, welche durch Vega mit einem halben Kilogramme verglichen wurde. Chelius[1] fand zwar ein diesem Muster nachgebildetes schwerer, als das genaue halbe Kilogramm, insofern bekanntlich in Frankreich die zum Gebrauche verfertigten Copien etwas gröſser gemacht werden, um nicht später unter die eigentliche Bestimmung herabzusinken, allein da Vega's Angabe ein leichteres Exemplar andeutet, so wird es kaum wahrscheinlich, daſs er ein ächtes angewandt habe, und es ist daher seine Bestimmung um so mehr beibehalten worden. Die *Mark*, deren 5 genau 6 der in Wien vorhandenen Cölnischen Mark betragen, wird durch 16maliges Halbiren in 65536 Richtpfennige getheilt und ist 280,644 Grammen gleich, die Wiener Cölnische Mark also 233,87 Grammen. Sie wird als Gold- und Silbergewicht gebraucht und dann in 16 Loth, das Loth in 4 Quentchen, das Quentchen in 4 Pfennige getheilt. Neben diesem besteht das Handelsgewicht, wobei das *Pfund* in 32 *Loth*, jedes zu 4 *Quentchen*, letzteres von 4 Sechzehnteln die Einheit bildet. Das Pfund gleicht 560,0122 Grammen

1 A. a. O. S. 345.

Pfund geben 1 *Centner*. Beim Apothekergewichte ent- das Pfund nur 24 Loth des Handelsgewichts und wird, gewöhnlich, in 12 *Unzen*, die Unze in 8 *Drachmen*, die hme in 3 *Scrupel*, jedes von 20 *Gran*, getheilt. Bei einer leichung mit dem französischen Gewichte genügt es also das im Allgemeinen gebräuchliche Handelsgewicht zu be- ichtigen, weil das Apothekergewicht in seinen Lothen liesem zusammenfällt; inzwischen verdienen die abwei- len Unterabtheilungen desselben der Bequemlichkeit we- gleichfalls mit aufgenommen zu werden.

Bei der Vergleichung mit den französischen Gewichten i übrigens die schon angegebenen Bestimmungen zum le, wonach das französische alte Pfund von 9216 Grains 058 Gramme, das Kilogramm aber 18827,15 altfranzös. s beträgt.

iener Medicinal- und französisches Ge- wicht.

n	frz.grains	Gram.	dra.	onc.	gr.	grain	Gram.
	1,3728	0,072918	1	—	1	10,371	4,37509
	2,7457	0,145836	2	—	2	20,741	8,75019
	4,1185	0,218755	3	—	3	31,112	13,12528
	5,4914	0,291673	4	—	4	41,482	17,50037
	6,8642	0,364591	5	—	5	51,853	21,81547
	8,2371	0,437509	6	—	6	62,223	26,25056
	9,6099	0,510428	7	1	—	0,594	30,62566
	10,9827	0,583346	8	1	1	10,965	35,00075
	12,3556	0,656264	Unz.	1	1	10,965	35,00075
	13,7284	0,729182	2	2	2	21,929	70,00140
	15,1013	0,802101	3	3	3	32,894	105,00215
	16,4741	0,875018	4	4	4	43,859	140,00290
	17,8470	0,947936	5	5	5	54,823	175,00365
	19,2198	1,020855	6	6	6	65,788	210,00440
	20,5926	1,093773	7	8	—	4,752	245,00515
	21,9655	1,166691	8	9	1	15,717	280,00590
	23,3383	1,239610	9	10	2	26,682	315,00665
	24,7112	1,312529	10	11	3	37,646	350,00740
	26,0840	1,385447	11	12	4	48,611	395,00815
	27,4569	1,458365	12	13	5	59,576	420,00890
	54,9137	2,916731					
	82,3706	4,375095					

ür das Handelsgewicht genügt es, die Vergleichung erst n Lothen anzufangen, denn 4 Drachmen des Apothe-

kergewichts geben 1 Loth Handelsgewicht und also 1 Drach-me 1 Quentchen, dessen Unterabtheilungen bei feinen Wä-gungen selten vorkommen.

Wiener Handels- und französisches Gewicht.

Lt.	Qn.	gr.	grain	Gram.	Lt.	Qn.	gr.	grain	Gram.
1	—	4	41,482	17,5004	22	12	4	48,611	385,0
2	1	1	10,965	35,0007	23	13	1	18,093	402,5
3	1	5	52,447	52,5011	24	13	5	59,576	420,0
4	2	2	21,929	70,0015	25	14	2	29,058	437,5
5	2	6	63,412	87,5019	26	14	6	70,540	455,0
6	3	3	32,894	105,0023	27	15	3	40,023	472,5
7	4	—	2,376	122,5027	28	16	—	9,505	490,0
8	4	4	43,859	140,0030	29	16	4	50,987	507,5
9	5	1	13,341	157,5034	30	17	1	20,470	525,0
10	5	5	54,823	175,0038	31	17	5	61,952	542,5
11	6	2	24,306	192,5042	32	18	2	31,434	560,0
12	6	6	65,787	210,0046	℔.	Paris. ℔.			Kilog.
13	7	3	35,270	227,5049	1	1,144036			0,56
14	8	—	4,752	245,0053	2	2,288072			1,12
15	8	4	46,235	262,5057	3	3,432108			1,68
16	9	1	15,717	280,0061	4	4,576144			2,24
17	9	5	57,199	297,5064	5	5,720180			2,80
18	10	2	26,682	315,0068	6	6,864216			3,3
19	10	6	68,164	332,5072	7	8,008252			3,9
20	11	3	37,646	350,0076	8	9,152288			4,4
21	12	—	7,129	367,5080	9	10,296324			5,0

nzös. metrisches und Wiener Apotheker-Gewicht.

mg.	gran	ctg.	gran	dcg.	gran	gr.	dr.	sc.	gran
1	0,0137	1	0,1371	1	1,3714	1	—	—	13,714
2	0,0274	2	0,2743	2	2,7428	2	—	1	7,428
3	0,0411	3	0,4114	3	4,1142	3	—	2	1,142
4	0,0549	4	0,5486	4	5,4856	4	—	2	14,856
5	0,0686	5	0,6857	5	6,8570	5	1	—	8,569
6	0,0823	6	0,8228	6	8,2283	6	1	1	2,283
7	0,0960	7	0,9600	7	9,5997	7	1	1	15,997
8	0,1097	8	1,0971	8	10,971	8	1	2	9,711
9	0,1234	9	1,2343	9	12,343	9	2	—	3,425

g.	u.	dr.	sc.	gran	hktg.	℔.	u.	dr.	sc.	gran
1	—	2	—	17,140	1	—	2	6	2	11,389
2	—	4	1	14,278	2	—	5	5	2	2,778
3	—	6	2	11,417	3	—	8	4	1	14,167
4	1	1	—	8,556	4	—	11	3	1	5,556
5	1	3	1	5,695	5	1	2	2	—	16,945
6	1	5	2	2,833	6	1	5	1	—	8,334
7	1	7	2	19,973	7	1	7	7	2	19,723
8	2	2	—	17,111	8	1	10	6	2	11,112
9	2	4	1	14,250	9	2	1	5	2	2,501
0	2	6	2	11,389	10	2	4	4	1	13,890

Französ. metrisches und Wiener-Handelsgewicht.

gram.	Quent.	dkg.	Lt.	Quent.	hktg.	℔.	Lt.	Quent.
1	0,2286	1	—	2,286	1	—	5	2,857
2	0,4571	2	1	0,571	2	—	11	1,713
3	0,6857	3	1	2,857	3	—	17	0,570
4	0,9143	4	2	1,143	4	—	22	3,427
5	1,1428	5	2	3,428	5	—	28	2,283
6	1,3714	6	3	1,714	6	1	2	1,140
7	1,6000	7	3	3,999	7	1	7	3,997
8	1,8585	8	4	2,285	8	1	13	2,853
9	2,0571	9	5	0,571	9	1	19	1,710
10	2,2857	10	5	2,857	10	1	25	0,567

Klg.	Pfund	Klg.	Pfund	Klg.	Pfund
1	1,785676	11	19,642436	21	37,499196
2	3,571352	12	21,428112	22	39,284872
3	5,357028	13	23,213788	23	41,070548
4	7,142704	14	24,999464	24	42,856224
5	8,928380	15	26,785140	25	44,641900
6	10,714056	16	28,570816	26	46,427576
7	12,499732	17	30,356492	27	48,213252
8	14,285408	18	32,142168	28	49,998928
9	16,071048	19	33,927844	29	51,784604
10	17,856760	20	35,713520	30	53,570280

Aufser diesen Gewichten sind in den österreich Staaten noch das *böhmische Pfund* von 32 Lt. = 514 Grammen, das *schlesische Pfund* von 32 Lt. = 52 Grammen, das *tyroler Pfund* von 32 Lt. = 562,9223 Gr und die *ungarische Oka* = 1,275656 Kilogramm gebräuch

Das eigentliche Wiener Hohlmafs für trockne Sub ist die *Metze*, welche 61,4994 Liter oder 3100,33 par. bikzoll beträgt, in halbe, Viertel und Achtel getheilt eigentlich aber 8 Achtel, jedes zu 4 Mäfseln, das *Mä* 4 Bechern enthält. Aufserdem hat man noch das halbe kleine Mäfsel und als Rechnungsgröfse die *Muth* von Metzen. Alle Mafse werden gesetzmäfsig gestrichen ge sen, aufser der Kohlen-*Stübich* von 2 Metzen, welcher häuft wird. Hierauf beruht folgende Vergleichungstabelle.

Wiener und metrische Hohlmaſse.

Bech.	Liter	Met.	Kilolit.	Met.	Kilolit.
1	0,480464	1	0,061499	16	0,983990
2	0,960928	2	0,122999	17	1,045490
3	1,441392	3	0,184498	18	1,106989
Mä.	1,921856	4	0,245998	19	1,168489
2	3,843713	5	0,307497	20	1,229988
3	5,765569	6	0,368996	21	1,291487
4	7,687425	7	0,430496	22	1,352987
Acht.	7,687425	8	0,491995	23	1,414486
2	15,374850	9	0,553495	24	1,475986
3	23,062275	10	0,614994	25	1,537485
4	30,749700	11	0,676493	26	1,598984
5	38,437125	12	0,737993	27	1,660484
6	46,124550	13	0,799492	28	1,721983
7	53,811975	14	0,810992	29	1,783483
8	61,499400	15	0,922491	30	1,844982

Metrische und Wiener Hohlmaſse.

Mtz.	Acht.	Mäſs.	Becher	Hkl.	Muth	Mtz.	Acht.	Mäſs.	Bech.
—	—	—	2,081	1	—	1	5	—	0,132
—	—	1	0,163	2	—	3	2	—	0,264
—	—	1	2,244	3	—	4	7	—	0,396
—	—	2	0,325	4	—	6	4	—	0,528
—	—	2	2,407	5	—	8	1	—	0,660
—	—	3	0,488	6	—	9	6	—	0,793
—	—	3	2,569	7	—	11	3	—	0,925
—	1	—	0,651	8	—	13	—	—	1,057
—	1	—	2,732	9	—	14	5	—	1,189
—	1	1	0,813	Kll.	—	16	2	—	1,321
—	2	2	1,626	2	1	2	4	—	2,642
—	3	3	2,440	3	1	18	6	—	3,963
—	5	—	3,253	4	2	5	—	1	1,284
—	6	2	0,066	5	2	21	2	1	2,606
—	7	3	0,879	6	3	7	4	1	3,193
1	1	—	1,692	7	3	23	6	2	1,248
1	2	1	2,506	8	4	20	—	2	2,569
1	3	2	3,319	9	4	26	2	2	3,890
1	5	—	0,132	10	5	12	4	3	1,211

Zum Messen der Flüssigkeiten dient als Norm die *Maſs Kanne*, welche 1,415015 Litern gleichkommt oder 343 par. Kubikzolle enthält. Sie wird auſser der Halbi-

rung in 4 *Seitel* getheilt, auch hat man gewöhnlich [illegible] Seitel; ferner machen 40 Maſs einen *Eimer*, 10 Eimer 1 *F*[illegible] und 30 Eimer ein *Dreiling*, nach welchen Gröſsen gerec[illegible] wird, statt daſs der wirkliche Wein-Eimer 41 und der [illegible] Eimer 42,5 Maſs enthält.

Wiener und metrische Hohlmaſse für Flüssigkeiten.

Seitel	Liter	Maſs	Liter	Maſs	Liter	Maſs	Liter
1	0,35375	11	15,5652	24	33,9604	37	52,3556
2	0,70750	12	16,9802	25	35,3754	38	53,7706
3	1,06126	13	18,3952	26	36,7904	39	55,1856
Maſs	1,41502	14	19,8102	27	38,2054	Eim.	56,6006
2	2,83003	15	21,2252	28	39,6204	2	113,201
3	4,24505	16	22,6402	29	41,0354	3	169,802
4	5,66006	17	24,0553	30	42,4505	4	226,403
5	7,07508	18	25,4703	31	43,8655	5	283,003
6	8,49009	19	26,8853	32	45,2805	6	339,604
7	9,90510	20	28,3003	33	46,6955	7	396,204
8	11,3201	21	29,7153	34	48,1105	8	452,805
9	12,7351	22	31,1303	35	49,5255	9	509,406
10	14,1502	23	32,5403	36	50,9405	Faſs	566,00[illegible]

Metrische und Wiener Hohlmaſse für Flüssigkeiten.

Lit.	Maſs	Dkl.	Eim.	Maſs	Hkl.	Faſs	Eim.	Maſs
1	0,70671	1	—	7,0671	1	—	1	30,6[illegible]
2	1,41341	2	—	14,1341	2	—	3	21,3[illegible]
3	2,12012	3	—	21,2012	3	—	5	12,0[illegible]
4	2,82682	4	—	28,2682	4	—	7	2,6[illegible]
5	3,53353	5	—	35,3353	5	—	8	33,3[illegible]
6	4,24024	6	1	2,4024	6	1	—	24,0[illegible]
7	4,94694	7	1	9,4694	7	1	2	14,6[illegible]
8	5,65365	8	1	16,5365	8	1	4	5,3[illegible]
9	6,36035	9	1	23,6035	9	1	5	36,0[illegible]
10	7,06706	10	1	30,6706	10	1	7	26,7[illegible]

Kll.	Fafs	Eim.	Mafs	Kll.	Fafs	Eim.	Mafs
1	1	7	26,706	6	10	6	0,235
2	3	5	13,412	7	12	3	26,941
3	5	3	0,118	8	14	1	13,647
4	7	—	26,824	9	15	9	0,353
5	8	8	13,530	10	17	6	27,059

ufser diesen sind in den österreichischen Staaten nach iga noch folgende Fruchtmafse gangbar: der böhmische = 93,60224 Litern, der gallizische *Korschetz* = 112,999 , das Grätzer *Viertel* in Steiermark = 79,87864 Litern, ährische *Metze* = 70,6137 Litern, der schlesische *Schef-* : 76,37622 Litern, der tyroler *Staar* = 30,57754 Litern, ür Flüssigkeiten die böhmische *Pinte* = 1,911271 Litern, ährische *Mafs* = 1,069752 Litern, die schlesische *Quart* 7018478 Litern und das tyroler *Mafs* = 0,8108042

d) Preufsisches Mafs und Gewicht.

n den preufsischen Staaten ist gleichfalls erst in der Zeit allgemeines Mafs und Gewicht nach einer festen lbestimmung eingeführt worden. Es erhoben sich zwar iedene Stimmen gegen diese Einrichtung, weil manlenschen sich von dem Herkömmlichen, sey es auch hlechtere, loszumachen zu träge sind, andere dadurch selten kleine, selbst unerlaubte Vortheile einzubüfsen m; allein so wie der wissenschaftlich Gebildete überall öfsere Bestimmtheit liebt, so mufs namentlich der Cat und Staatsmann es mit Vergnügen bemerken, wenn ondere in gröfsern Ländern die aus vielfachen und unmten Mafsarten entstehenden Verwirrungen durch Eing allgemeiner und genau regulirter Mafse und Gewichte gt werden, den grofsen Vortheil nicht gerechnet, welem Handel mit dem Auslande hierdurch erwächst. Man edoch bei dieser Mafsregulirung nicht so, wie in Frankand England, ein unvergängliches Urmafs zum Grunde, n bestimmte die vorhandenen und wenig abgeänderten r und legte zur künftigen Erhaltung derselben mit r Schärfe bestimmte Normalmafse nieder. Es versteht aher wohl von selbst, dafs hier nur von diesen neuen

gesetzlichen und nicht von den frühern und in manchen einzelnen Städten noch jetzt üblichen Maſsen die Rede sey kann.

Schon 1798 wurde J. A. Eytelwein durch höhere Au- forderung veranlaſst, den genauen Inhalt der Berliner N- maſse zu untersuchen, womit er dann eine Prüfung der ü- gen Maſse verband[1]. Am 16. Mai 1816 erschien jedoch e Maſs- und Gewichtordnung für die preuſsischen Staaten[2], i deren Folge die genau bestimmten Maſse und Gewichte all- mälig in den gesammten Provinzen des Königreichs eingefü- wurden. Indem hierdurch die gesetzlichen Gröſsen genau be- stimmt sind, so geschah, wie in Paris und London, so auch das demnächst Erforderliche, nämlich daſs die ersten ... Haupt-Normalmaſse durch eine eigene Commission genau ge- prüft und nach §. 2 des Gesetzes bei der mathematisch-phy- sikalischen Classe der Akademie niedergelegt wurden. D- Commission bestand aus zwei Mitgliedern der Akademie, ... man und Eytelwein, und aus drei Regierungs-Comm- rien, Crelle, Pistor und Schaffrinsky[3]. Zur Prü- diente diesen ein Meter von Platin und ein Kilogramm ... demselben Metall, durch Fortin gearbeitet und nach der Be- scheinigung von Arago und A. v. Humboldt mit den ... ser Hauptnormalmaſsen völlig übereinstimmend. Die M- gen geschahen vermittelst Mikroskopen und Mikrometer- ben, die Wägungen mit hinlänglich feinen Waagen u- Anwendung der nöthigen Correctionen wegen der Tem- tur, so daſs die begangenen Fehler nur verschwindend ... der Beachtung nicht werthe Gröſsen seyn können. Die ... ſsischen Bestimmungen erscheinen daher bei schärfster P- fung von einer Genauigkeit, die der der englischen und f- zösischen auf jeden Fall nicht nachsteht.

Als Längenmaſs ist die Norm der preuſsische oder s- nannte *rheinländische Fuſs*, welcher dem Gesetze ... 139,13 Linien der Toise von Peru betragen soll, wenn ...

---

1 Vergleichungen der in den Königl. Preuſs. Staaten eing- ten Maſse und Gewichte. Berlin 1798. 2te Aufl. Berl. 1810.

2 Gesetzsammlung d. Jahrs 1816. N. 356 u. 357.

3 Berl. Denkschr. 1825. Math. Abh. S. 1. Berl. 1828. Im ... sen Auszuge in Hertha Th. VIII. S. 10.

16,25 Grade der hunderttheiligen Scale erwärmt sind. Hier-
h ist das Verhältnifs beider von selbst gegeben. Indem
das Meter bei 0° C. 443,295936 dieser Toise, wenn letz-
bis 16°,25 C. erwärmt ist, betragen soll, der preufsi-
Fufs aber seine normale Länge nur bei dieser genannten
iperatur hat, so beträgt er mit dem Meter verglichen
385354275 Meter; werden aber beide von Eisen verfer-
und bei gleicher Temperatur angenommen, so beträgt er
37945965 Meter. Diese letztere Bestimmung scheint mir
r zur Vergleichung beider die geeignetste zu seyn. Die-
Fufs wird durch 2 und 4 oder auch wohl in 10 und 100
ile getheilt, die gewöhnliche Eintheilung ist aber in 12
, jeden von 12 Linien, welche letztere wieder durch 10
100 getheilt werden. Die *Ruthe* besteht aus 12 dieser
e und wird meistens dekadisch getheilt, die *Elle* aber
25,5 Zoll. Neben diesen gangbarsten Mafsen besteht beim
vesen der *Faden* von 6 Fufs, und beim Bergbaue das
hter von 80 Zoll, welches in Achtel, jedes zu 10 *Lach-*
ll, und dann weiter der Lachterzoll in 10 *Primen*, die
ie in 10 *Secunden* getheilt wird. Indem ferner der preu-
he und französische Fufs gleiche Abtheilungen haben, so
ür alle diese Gröfsen, den Faden und die Toise mit in-
iffen, das Verhältnifs 139,13 zu 144, deren zu addirende
rithmen für die Verwandlung der preufsischen Mafse in
zösische = 0,9850583 — 1 und umgekehrt = 0,0149417
. In der folgenden tabellarischen Uebersicht ist daher
das Verhältnifs der Linien aufgenommen, weil dieses das
liche als der Zolle und Fufse ist.

Preuſsische und französ. Längenmaſse.

Lin.	par. Lin.	centim.	Zoll	decim.	Fuſs	Meter
1	0,9661806	0,2179	1	0,2615	1	0,3137946
2	1,9323611	0,4358	2	0,5230	2	0,6275892
3	2,8985417	0,6537	3	0,7845	3	0,9413838
4	3,8647222	0,8716	4	1,0460	4	1,2551784
5	4,8309028	1,0896	5	1,3075	5	1,5689730
6	5,7970833	1,3075	6	1,5690	6	1,8827676
7	6,7632639	1,5254	7	1,8305	7	2,1965622
8	7,7294444	1,7433	8	2,0920	8	2,5103568
9	8,6956250	1,9612	9	2,3535	9	2,8241514
10	9,6618056	2,1791	10	2,6150	10	3,1379460
11	10,6279861	2,3970	11	2,8765	11	3,4517406
12	11,5941667	2,6149	12	3,1379	12	3,7655352

Französische und preuſsische Längenmaſse.

Par. Lin.	Preuſs. Lin.	mm	Par. Lin.	ctm.	Z.	Lin.
1	1,0350032	1	0,4589	1	—	4,5890
2	2,0700065	2	0,9178	2	—	9,1780
3	3,1050097	3	1,3767	3	1	1,7669
4	4,1400129	4	1,8356	4	1	6,3559
5	5,1750162	5	2,2945	5	1	10,9449
6	6,2100194	6	2,7534	6	2	3,5339
7	7,2450226	7	3,2123	7	2	8,1229
8	8,2800259	8	3,6712	8	3	0,7119
9	9,3150291	9	4,1301	9	3	5,3008
10	10,3500323	10	4,5889	10	3	9,8898
11	11,3850356	11	5,0479	11	4	1,4788
12	12,4200388	12	5,5068	12	4	6,0678

dcm.	Fuſs	Zoll	Lin.	met.	Fuſs	met.	Fuſs
1	—	3	9,8898	1	3,186798	11	35,054778
2	—	7	7,7796	2	6,373596	12	38,241576
3	—	11	5,6694	3	9,560394	13	41,428374
4	1	3	3,5593	4	12,747192	14	44,615172
5	1	7	1,4491	5	15,933990	15	47,801970
6	1	10	11,3389	6	19,120788	16	50,988768
7	2	2	9,2287	7	22,307586	17	54,175566
8	2	6	7,1185	8	25,494384	18	57,362364
9	2	10	5,0083	9	28,681182	19	60,549162
10	3	2	2,8982	10	31,867980	20	63,735960

Zu Flächenmafsen dienen die sämmtlichen Längenmafse
lrirt; besonders bemerkenswerth unter diesen ist aber nur
Mafs der Ländereien, wobei der *Morgen* von 180 Qua-
ruthen als Normalgröfse gilt. Mit dem neufranzösischen
lichen beträgt die Quadratruthe 14,18459 Quadratmeter
also der Morgen 25,53226 Aren. Ebenso dienen die auf
Kubus erhobenen Längenmafse zum Ausmessen des kör-
chen Inhalts. Bemerkenswerth hierunter ist die soge-
nte *Kubik-Klafter*, eigentlich nur eine halbe kubirte Klaf-
von 108 Kubikfufs, nämlich ein Volumen von 6 F. Länge,
Breite und 3 F. Höhe, welches als Mafs für Brennholz,
, Steine u. s. w. gilt und 3,3389 Kubikmetern oder Ste-
gleicht. Es wird genügen, blofs eine vergleichende Ue-
cht der Feldmafse mitzutheilen.

Preufsisches und Französisches Feldmafs.

Morg.	Aren	Aren	Quadr.-Ruth.	Hka.	Morgen
1	25,53226	1	7,0499	1	3,9166
2	51,06452	2	14,0998	2	7,8332
3	76,59678	3	21,1497	3	11,7498
4	102,1290	4	28,1996	4	15,6665
5	127,6613	5	35,2495	5	19,5831
6	153,1936	6	42,2994	6	23,4997
7	178,7258	7	49,3493	7	27,4163
8	204,2581	8	56,3992	8	31,3329
9	229,7903	9	63,4491	9	35,2495
10	255,3226	10	70,4990	10	39,1661

Die Einheit des preufsischen Gewichts ist das Pfund,
es der Verordnung nach dem Gewichte des 66sten Thei-
nes preufsischen Kubikfufses Wasser bei 15° R. gleich
soll. Aus dem Verhältnisse des preufsischen Kubik-
zum Kubikmeter und mit Zugrundlegung des Ausdehnungs-
cienten der Luft durch Wärme nach Gay-Lussac, des
Gewichts der Luft nach Biot und der Dichtigkeit des
ers bei verschiedenen Temperaturen nach den Versu-
von Gilpin und Blagden, endlich des Gewicht ei-
Liters Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit im

luftleeren Raume = 1000 Grammen gesetzt[1], findet Erm-
wein das preufsische Pfund = 467,711012733 Gramm.
Vermittelst eines messingnen und des oben erwähnten Ki-
grammes von Platin, beide durch Fortin genau gearbeit
und völlig übereinstimmend, wurden durch die oben genan
Commission die Hauptnormalpfunde aus Messing, cylindri
geformt, vergoldet, mit einem Knopfe und einem neben
sem eingelassenen Drahte von Platin zum Behuf der genau-
sten Berichtigung abgewogen und im Archive der Akadem
niedergelegt. Es geht aus dieser Bestimmung von selbst he
vor, dafs der preufsische Kubikfufs Wasser bei 15° R. gen
66 ℔. wiegt. Das so bestimmte Pfund wird dann in 32 *Lot*
jedes zu 4 *Quentchen*, getheilt, ferner machen 110 Pfund
1 *Centner* und 4000 eine *Schiffslast*.

Das hier bezeichnete Pfund ist das sogenannte *Handels-
gewicht*. Aufserdem hat man das *Markgewicht*, welches
das Wägen des Goldes und Silbers gebraucht wird und
her auch *Münzgewicht* heifst. Die Mark ist genau dem
ben Pfunde des Handelsgewichts, also 233,8555063665 Gram-
men gleich und wird in 288 *Grän* getheilt. Das Medici-
nal- oder Apothekergewicht wird, wie gewöhnlich, in 12 Un-
zen, die Unze in 8 Drachmen, die Drachme in 3 Scrupel,
das Scrupel in 20 Gran getheilt. Da die Unze genau 2 Lo-
then des Handelsgewichts, das Pfund also 24 Lothen oder
350,783259569 Grammen gleicht, so gilt hiernach in den
preufsischen Staaten eigentlich sehr zweckmäfsig nur ein
Gewicht, jedoch mit verschiedenen Unterabtheilungen.

1 Die Art solcher Wägungen und die dabei in Rechnung zu
nehmenden Gröfsen finden sich bereits im Artikel *Gewicht* an-
geben.

Preussisches Apotheker- und metrisches Gewicht.

Gram.	Gr.	Gram.	Dr.	Gram.	Unz.	Gram.
0,060900	14	0,852599	5	18,269961	11	321,5513
0,121800	15	0,913498	6	21,923954	12	350,7833
0,182700	16	0,974398	7	25,577946	Pfd.	Kilog.
0,243600	17	1,035298	Unz.	29,231938	1	0,350783
0,304500	18	1,096198	2	58,463877	2	0,701567
0,365400	19	1,157098	3	87,695815	3	1,052350
0,426300	Ser.	1,217998	4	116,92775	4	1,403133
0,487199	2	2,435995	5	146,15969	5	1,753916
0,548099	3	3,653992	6	175,39163	6	2,104699
0,608999	Dr.	3,653992	7	204,62357	7	2,455482
0,669899	2	7,307985	8	233,85551	8	2,806266
0,730799	3	10,961977	9	263,08744	9	3,157049
0,791699	4	14,615969	10	292,31938	10	3,507833

Preussisches Handels- und metrisches Gewicht.

	Gram.	Lt.	Gram.	Lt.	Gram.	℔.	Kilog.
1	14,6160	12	175,3916	23	336,1673	1	0,467711
2	29,2319	13	190,0076	24	350,7833	2	0,935422
3	43,8479	14	204,6236	25	365,3992	3	1,403133
4	58,4639	15	219,2395	26	380,0152	4	1,870844
5	73,0798	16	233,8555	27	394,6312	5	2,338555
6	87,6958	17	248,4715	28	409,2471	6	2,806266
7	102,3118	18	263,0874	29	423,8631	7	3,273977
8	116,9278	19	277,7034	30	438,4791	8	3,741688
[illegible]	131,5437	20	292,3194	31	453,0950	9	4,209399
[illegible]	146,1597	21	306,9354	32	467,7110	10	4,677110
	160,7757	22	321,5519	℔.	467,7110	11	5,144821

Metrisches und preufsisches Apotheker-Gewicht.

mg.	Gran	ctg.	Gran	dcg.	Gran	gr.	Dr.	Sc.	Gran
1	0,0164	1	0,1642	1	1,6420	1	—	—	16,4204
2	0,0328	2	0,3284	2	3,2841	2	—	1	12,8408
3	0,0493	3	0,4926	3	4,9261	3	—	2	9,2612
4	0,0657	4	0,6568	4	6,5681	4	1	—	5,6816
5	0,0821	5	0,8210	5	8,2102	5	1	1	2,1020
6	0,0985	6	0,9852	6	9,8522	6	1	1	18,5224
7	0,1149	7	1,1494	7	11,449	7	1	2	14,9428
8	0,1314	8	1,3136	8	13,136	8	2	—	11,3632
9	0,1478	9	1,4778	9	14,778	9	2	1	7,7836

Dkg.	Un.	Dr.	Sc.	Gran	Hkg.	℔.	Un.	Dr.	Sc.	Gran.	Klg.	Pfund
1	—	2	2	4,2040	1	—	3	3	1	2,0896	1	2,85[illegible]
2	—	5	1	8,4080	2	—	6	6	2	4,0792	2	5,7013
3	1	—	—	12,6119	3	—	10	2	—	6,1188	3	8,85[illegible]
4	1	2	2	16,8158	4	1	1	5	1	8,1584	4	11,40[illegible]
5	1	5	2	1,0198	5	1	5	—	2	10,1980	5	14,25[illegible]
6	2	—	1	5,2238	6	1	8	4	—	12,2375	6	17,10[illegible]
7	2	3	—	9,4277	7	1	11	7	1	14,2771	7	19,95[illegible]
8	2	5	2	13,6317	8	2	3	2	2	16,3167	8	22,80[illegible]
9	3	—	1	17,8356	9	2	6	6	—	18,3563	9	25,65[illegible]
10	3	3	1	2,0396	10	2	10	1	2	0,3959	10	28,50[illegible]

Metrisches und preufsisches Handelsgewicht.

Gr.	Loth	Dkg.	Loth	Hkt.	℔.	Loth	Klg.	Pfund
1	0,0684	1	0,6842	1	—	6,8418	1	2,13807
2	0,1368	2	1,3684	2	—	13,6837	2	4,27614
3	0,2053	3	2,0525	3	—	20,5255	3	6,41422
4	0,2737	4	2,7367	4	—	27,3673	4	8,55229
5	0,3421	5	3,4209	5	1	2,2092	5	10,69036
6	0,4105	6	4,1051	6	1	9,0510	6	12,82843
7	0,4789	7	4,7893	7	1	15,8928	7	14,96651
8	0,5473	8	5,4735	8	1	22,7347	8	17,10458
9	0,6158	9	6,1576	9	1	29,5765	9	19,24265
10	0,6842	10	6,8418	10	2	4,4183	10	21,38072

Das Normalmafs für Flüssigkeiten in den preufsischen ten ist die *Quart*, welche gesetzlich 64 preufs. Kubikzoll llirten Wassers bei 13° R. enthalten soll; dessen Gewicht messingnen Gewichten bei 27 pr. Zoll 10 Lin. Barometer- l in der Luft gewogen 78,174801 Loth beträgt.¹ Die 64 fs. Kubikzoll betragen 57,724 pariser und gleichen also ; Litern. Beim Messen des Weines geben dann 30 sol- Quarte 1 *Anker*, 2 Anker 1 *Eimer*, 2 Eimer 1 *Ohm* 1,5 Ohm 1 *Oxhoft*; beim Biere dagegen geben 100 Quart nne, 2 Tonnen 1 *Fafs*, 2 Fafs 1 *Kufe*, deren 9 auf ein üne gerechnet werden. Hieraus ergiebt sich die folgende, auf Weinmafs beschränkte Uebersicht.

reufsisches und metrisches Flüssigkeits-
mafs.

t.	Liter	Qt.	Liter	Qt.	Liter	Ox.	Kilolit.
1	1,1450	12	13,740	23	26,336	1	0,2061063
2	2,2901	13	14,885	24	27,481	2	0,4122126
3	3,4351	14	16,030	25	28,626	3	0,6183189
4	4,5801	15	17,176	26	29,771	4	0,8244252
5	5,7252	16	18,321	27	30,916	5	1,0305315
6	6,8702	17	19,466	28	32,061	6	1,2366378
7	8,0152	18	20,681	29	33,206	7	1,4427441
8	9,1603	19	21,756	An.	34,351	8	1,6488504
9	10,3053	20	22,901	Ei.	68,702	9	1,8549567
0	11,4504	21	24,046	Oh.	137,404	10	2,0610630
1	12,5954	22	25,191	Ox.	206,106	11	2,2671693

etrisches und preufsisches Flüssigkeits-
mafs.

Dkl.	Quart	Lit.	Quart	Dkl.	Eim.	Ank.	Quart
1	0,0873	1	0,8733	1	—	—	8,733
2	0,1746	2	1,7467	2	—	—	17,467
3	0,2620	3	2,6200	3	—	—	26,200
4	0,3493	4	3,4933	4	—	1	4,933
5	0,4367	5	4,3667	5	—	1	13,667
6	0,5240	6	5,2400	6	—	1	22,400
7	0,6113	7	6,1133	7	1	—	1,133
8	0,6987	8	6,9867	8	1	—	9,867
9	0,7860	9	7,8600	9	1	—	18,600
10	0,8733	10	8,7334	10	1	—	27,334

Hkl.	Ox.	Oh.	Ei.	An.	Quart	Kll.	Ox.	Oh.	Ei.	An.	Quart	Kll.	Oxh[illegible]
1	—	—	1	—	27,33	1	4	1	—	1	3,33	1	4,95[illegible]
2	—	1	—	1	24,67	2	9	1	—	—	6,67	2	9,70[illegible]
3	1	—	1	—	22,00	3	14	—	1	1	10,01	3	14,[illegible]
4	1	1	—	1	19,33	4	19	—	1	—	13,34	4	19,4[illegible]
5	2	—	1	—	16,67	5	24	—	—	1	16,67	5	24,[illegible]
6	2	1	—	1	14,00	6	29	—	—	—	20,01	6	29,[illegible]
7	3	—	1	—	11,33	7	33	1	—	1	23,25	7	33,[illegible]
8	3	1	—	1	8,67	8	38	1	—	—	26,68	8	38,[illegible]
9	4	—	1	—	6,00	9	43	1	—	—	0,02	9	43,[illegible]

Das Grundmafs für trockene Substanzen ist der Sch[illegible] welcher nach der Verordnung einen Inhalt von 3072 pre[illegible] Kubikzoll haben soll und also 117 ℔. 8,366 Loth re[illegible] Wasser bei 13° R. wiegt. Völlig genaue Mustermafse, so- wohl des Quarts als auch des Scheffels, wurden durch [illegible] oben erwähnten Commissarien geprüft, gestempelt und [illegible] dem Archive der Königlichen Akademie niedergelegt. [illegible] 3072 preufs. Kubikzoll betragen 2770,742 pariser; der Sche[illegible] fel enthält also 54,9614999606... Liter und wird i[illegible] Metzen, jede zu 3 Quart, getheilt. Eine Theilung der Me[illegible] sowohl als auch des Scheffels durch 2 oder 3 und 4 u. s. [illegible] findet wegen dieser leichten Zahlenverhältnisse gleich[illegible] statt. Hieraus ergiebt sich die nachfolgende Uebersicht, [illegible] bei zu bemerken, dafs für Körner in der Regel nur [illegible] Scheffeln gerechnet wird, bei andern trocknen Sub[illegible] aber 4 Scheffel eine *Tonne* geben, aufser bei Leinsamen, [illegible] von die Tonne nur 37,66 Metzen beträgt.

Preufsisches und metrisches Trockenmafs

Qt.	Liter	Mtz.	Liter	Sch.	Liter	Ton.	Kilol.
1	1,1450	7	24,0457	1	54,9615	1	0,219[illegible]
2	2,2901	8	27,4807	2	109,9230	2	0,439[illegible]
3	3,4351	9	30,9158	3	164,8845	3	0,659[illegible]
Mtz.	3,4351	10	34,3509	4	219,8460	4	0,879[illegible]
2	6,8702	11	37,7860	5	274,8075	5	1,099[illegible]
3	10,3053	12	41,2211	6	329,7690	6	1,3190[illegible]
4	13,7404	13	44,6562	7	384,7305	7	1,539[illegible]
5	17,1755	14	48,0913	8	439,6920	8	1,75[illegible]
6	20,6106	15	51,5264	9	494,6535	9	1,978[illegible]

Französische metrische und preufsische Trockenmafse.

Lit.	Metzen	Dkl.	Sch.	Metzen	Hkl.	Sch.	Metzen
1	0,29111	1	—	2,9111	1	1	13,1113
2	0,58223	2	—	5,8223	2	3	10,2226
3	0,87334	3	—	8,7334	3	5	7,3339
4	1,16445	4	—	11,6445	4	7	4,4451
5	1,45556	5	—	14,5556	5	9	1,5564
6	1,74668	6	1	1,4668	6	10	14,6677
7	2,03779	7	1	4,3779	7	12	11,7790
8	2,32890	8	1	7,2890	8	14	8,8902
9	2,62001	9	1	10,2001	9	16	6,1129

Kll.	Sch.	Metzen	Kll.	To.	Sch.	Metzen
1	18	3,1129	1	4	2	3,1129
2	36	6,2257	2	9	—	6,2257
3	54	9,3386	3	13	2	9,3386
4	72	12,4515	4	18	—	12,4515
5	90	15,5643	5	22	2	15,5643
6	109	2,6772	6	27	1	2,6772
7	127	5,7901	7	31	3	5,7901
8	145	8,9029	8	36	1	8,9029
9	163	12,0158	9	40	3	12,0158

:) Schwedisches Mafs und Gewicht.

chweden hat ein sehr genau bestimmtes Mafs- und :htsystem, ohne dafs dasselbe jedoch auf ein unveränıes Urmafs, wie dieses blofs in England und Frankreich ıll ist, gegründet wurde, vielmehr behielt man die altrachten Normen bei, bestimmte aber ihre eigentliche und sicherte deren Unveränderlichkeit durch genaue lmuster[1]. Als Fundamentalgröfse ist der schwedische , *famn*, zu betrachten, welchen daher Eckström mit

Stockholmer Denkschr. 1825. S. 1. Daraus in Journ. of the nst. XLIII. p. 164. Nach einem Vorschlage der Finanzkammer m Jan. 1833. durch die Societät beschlossen, eine Revision der lenen Normalmafse und Gewichte durch Sachverständige vorund, wo nöthig, genaue neue machen zu lassen. L'Institut [. 87.

der französischen Toise verglich und 1 T = 1,0941 famn fand.
Auf königlichen Befehl wurde im Jahre 1824 eine allgemeine
Revision der sämmtlichen Maſse und Gewichte durch Svanberg und Cronstrand vorgenommen. Sie fanden nach dem
von Eckström herrührenden Normal-Exemplare des Eller
königl. Meſs-Collegiums 1 Zoll des englischen Parlaments-Maſsstabes = 0,85551125 schwedische Decimalzolle, wonach
also 1 Fathom des Parlaments-Maſsstabes 1,0266135 famn,
1 Toise 1,0941287 *famn*, 1 Meter 33,682133 schwedische
Decimalzolle betragen würde. Es schien ihnen jedoch besser,
die einmal durch Eckström angenommene Bestimmung bei
zu behalten und hiernach die gesetzlichen Normen der schwedischen Maſse für die Zukunft bleibend festzusetzen. Hiernach ist also 1 Fathom des englischen Parlamentsmaſses
= 1,0265866 *famn*, 1 Toise = 1,0941 *famn*, 1 Meter
= 33,681256 schwedische Decimalzoll, die Länge des einfachen Secundenpendels für den 45sten Grad der Breite im
Spiegel des Meeres und auf den luftleeren Raum reducirt
= 33,505574 schwedische Decimalzolle und der Fallraum in
1 Sexegesimalsecunde = 16,53434 schwedische Fuſs.
Famn (Faden), enthält nach der gewöhnlichen Abtheilung
6 *Fot* (Fuſs), der *Fot* wird bei Rechnungen in 10 Decimal-*Tum* (Zolle), der Zoll in 10 *Linier* (Linien) getheilt; die
bare Eintheilung aber ist die duodekadische, wonach der Fuſs
in 12 *Verthum* (Duodecimalzolle), der Zoll in 12 *Linier*
theilt wird, und wenn von *Thum* oder *Tum* im Allgemeinen
die Rede ist, so versteht man darunter Duodecimal-Zolle.
Daneben besteht die *Aln* (Elle) von 2 *Fot*, 4 *Quarter*,
24 *Verthum* oder auch 20 *Decimaltum* und 200 (Decimal-)
Linier. Die Abtheilung des den übrigen Maſsen zum Grunde
liegenden Längenmaſses ist also einfach 1 *Famn* = 3 *Aln*
= 6 *Fot* = 60 *Decimaltum* oder = 72 *Verthum*. Hieraus
ergiebt sich die nachfolgende Reduction auf metrisches Maſs
und umgekehrt, worin jedoch am schicklichsten die in Rechnungen gebräuchliche Decimal-Eintheilung angenommen ist.
Weil aber bei beiden verglichenen Gröſsen diese Decimal-Eintheilung üblich ist, so genügt es, nur die Fuſse zu vergleichen, indem für die Zolle und Linien die nämlichen Gröſsen mit verändertem dekadischem Werthe der Zahlen gelten, für die schwedischen *Famns* und die Toisen aber

r das nämliche Verhältnifs, als für den fot und den Fufs t, weil beide in 6 Theile getheilt werden.

Schwedische und metrische Längenmafse.

Fot	par. Fufs	Meter	Fufs	Fot	Met.	Fot
1	0,913993	0,296901	1	1,0941	1	3,36813
2	1,827986	0,593802	2	2,1882	2	6,73625
3	2,741980	0,890703	3	3,2823	3	10,10438
4	3,655973	1,187604	4	4,3764	4	13,47250
5	4,569966	1,484505	5	5,4705	5	16,84063
6	5,483959	1,781406	6	6,5646	6	20,20875
7	6,397953	2,078307	7	7,6587	7	23,57688
8	7,311946	2,375208	8	8,7528	8	26,94500
9	8,225939	2,672109	9	9,8469	9	30,31313

Die Einheit des Gewichts in Schweden ist das *Skal-l* (Handelspfund), welches in 32 *Lod* (Loth), jedes zu *vintin*, getheilt wird. Svanberg und Cronstrand fan- bei ihrer Abwägung des vorhandenen Normalstückes des- Gewicht gleich 0,8682436 englischen Troy-Pfunden und)104 Grammen. Es gehn dann ferner 20 *Skalpund* auf *Lispund* und 20 *Lispund* auf 1 *Skeppund*, wonach fol- e Tabelle berechnet ist[1].

. Früher war, und ist ohne Zweifel noch jetzt, in Schweden ı diesem Handelspfunde auch das Apothekergewicht üblich, vergl. of Phil. I. p. 457., allein es scheint mir um so weniger nöthig, ıf Rücksicht zu nehmen, da die schwedischen Gelehrten bei Untersuchungen sich in der Regel des metrischen Gewichts be- n.

Schwedisches Handels- und metrisches Gewicht.

Qvi.	Gram.	Lot	Gram.	℔.	Kilogr.	L. p.	Gram.
1	3,32039	18	239,0683	6	2,550062	8	68,0016
2	6,64079	19	252,3499	7	2,975073	9	76,5018
3	9,96118	20	265,6315	8	3,400083	10	85,0020
4	13,28157	21	278,9131	9	3,825094	11	93,5022
Lot.	13,28157	22	292,1946	10	4,250104	12	102,0025
2	26,56315	23	305,4762	11	4,675114	13	110,5027
3	39,84473	24	318,7578	12	5,100125	14	119,0029
4	53,12630	25	332,0394	13	5,525135	15	127,5031
5	66,40787	26	345,3209	14	5,950146	16	136,0033
6	79,68945	27	358,6025	15	6,375156	17	144,5035
7	92,97102	28	371,8841	16	6,800166	18	153,0037
8	106,2526	29	385,1657	17	7,225177	19	161,5039
9	119,5342	30	398,4472	18	7,650187	Sk. p.	170,0041
10	132,8157	31	411,7288	19	8,075198	2	340,0083
11	146,0973	32	425,0104	L. p.	8,500208	3	510,0125
12	159,3789	℔.	Kilogr.	2	17,00021	4	680,0166
13	172,6605	1	0,425010	3	25,50062	5	850,0208
14	185,9420	2	0,850021	4	34,00083	6	1020,025
15	199,2236	3	1,275031	5	42,50104	7	1190,029
16	212,5052	4	1,700042	6	51,00125	8	1360,033
17	225,7868	5	2,125052	7	59,50146	9	1530,04

Metrisches und schwedisches Handelsgewicht.

Gr.	Qvintin	Dkg.	Lot.	Qvint.	Hkt.	℔.	Lt.	Quint.
1	0,30117	1	—	3,01169	1	—	7	2,11691
2	0,60234	2	1	2,02338	2	—	15	0,23382
3	0,90351	3	2	1,03507	3	—	22	2,35073
4	1,20468	4	3	0,04676	4	—	30	0,46764
5	1,50585	5	3	3,05845	5	1	5	2,58455
6	1,80701	6	4	2,07015	6	1	13	0,70146
7	2,10818	7	5	1,08184	7	1	20	2,81837
8	2,40935	8	6	0,09353	8	1	28	0,93528
9	2,71052	9	6	3,10522	9	2	3	3,05219

Klg.	℔.	Lt.	Qvint.	Klg.	Skalpund
1	2	11	1,1691	1	2,352814
2	4	22	2,3382	2	4,705628
3	7	1	3,5073	3	7,058442
4	9	13	0,6764	4	9,411256
5	11	24	1,8455	5	11,764070
6	14	3	3,0146	6	14,116884
7	16	15	0,1837	7	16,469698
8	18	26	1,3528	8	18,822512
9	21	5	2,5219	9	21,175326
10	23	16	3,6910	10	23,528140

Für das Messen der Flüssigkeiten und trockner Substanzen als Grundeinheit die *Kanna*, welche nach der gesetzlichen mmung 100 Decimaltum (Decimalzolle) enthalten soll. Bei rüfung fanden Svanberg und Cronstrand das Gewicht 00 Decimaltum reinen Wassers bei 16°,667 C. im luftleeren e gewogen = 6,151951 schwedische Pfd., und da ein schwed. l 0,4250104 Kilolitern gleichkommt, so beträgt die Kanne 6406945 Liter, welche durch Multiplication mit 1,00103205 len Punct der gröfsten Dichtigkeit des Wassers reducirt 33914 Liter betragen, wofür gewöhnlich 2,62 Liter gewerden[1]. Als Unterabtheilungen hat die *Kanna* 2 *Stop*, *Stop* 4 *Quarter*, das *Quarter* 4 *Jungfrur*, aufwärts aber 15 *Kannor* 1 *Ankar* und 4 *Ankar* 1 *Am* für Flüssig-, für trockne Sachen aber geben 1,75 *Kanna* 1 *Kappa*, ann 32 *Kappar* die kleine, 36 *Kappar* die grofse *Tun*-. Beim Messen der Kohlen ist gebräuchlich die *Last* zu *nnor* von 36 *Kappar*. Endlich sind die üblichen Mafse olz 1 *Famnar* = 9,19 Kubikellen = 1,92 Kubikmeter *Stafrum* = 33,75 Kubikellen = 6,48 Kubikmeter.

Ann. des Mines XII. p. 886. Die an dieser Stelle mitgetheil- gaben der schwedischen Mafse und Gewichte weichen etwas, icht merklich, von den hier aufgenommenen ab.

Schwedische und metrische Flüssigkeitsmaſse.

Igfr.	Liter	Kan.	Liter	Kan.	Liter	Am.	Kiloliter
1	0,08179	1	2,61734	10	26,17339	1	0,1570403
2	0,16358	2	5,23468	11	28,79073	2	0,3140807
3	0,24538	3	7,85202	12	31,40807	3	0,4711210
Qv.	0,32717	4	10,46936	13	34,02541	4	0,6281614
2	0,65433	5	13,08669	14	36,64275	5	0,7252017
3	0,98150	6	15,70403	Ank.	39,26009	6	0,9422421
St.	1,30867	7	18,32137	2	78,52017	7	1,0992824
2	2,61734	8	20,93871	3	117,7803	8	1,2563228
		9	23,55605	4	157,0403	9	1,4133631

Schwedische und metrische Trockenmaſse.

Kap.	Liter	Kap.	Liter	Kap.	Liter	Kap.	Kilol.
1	4,5803	11	50,3838	21	96,1872	31	0,1419906
2	9,1607	12	54,9641	22	100,7676	Tun.	0,1465719
3	13,7410	13	59,5445	23	105,3479	2	0,2931439
4	18,3214	14	64,1248	24	109,9282	3	0,4397138
5	22,9017	15	68,7052	25	114,5086	4	0,5862840
6	27,4821	16	73,2855	26	119,0889	5	0,7328559
7	32,0624	17	77,8658	27	123,6693	6	0,879435
8	36,6427	18	82,4462	28	128,2496	7	1,025409
9	41,2231	19	87,0265	29	132,8300	8	1,172563
10	45,8034	20	91,6069	30	137,4103	9	1,319139

Metrische und schwedische Hohlmaſse.

Lit.	Kannor	Dkl.	Ank.	Kannor	Hkl.	Am.	Ank.	Kannor
1	0,3821	1	—	3,8207	1	—	2	8,2067
2	0,7641	2	—	7,6413	2	1	1	1,4135
3	1,1462	3	—	11,4620	3	1	3	9,6202
4	1,5283	4	1	0,2827	4	2	2	2,8270
5	1,9103	5	1	4,1034	5	3	—	11,0337
6	2,2924	6	1	7,9240	6	3	3	4,2404
7	2,6745	7	1	11,7447	7	4	1	12,4472
8	3,0565	8	2	0,5654	8	5	—	5,6539
9	3,4386	9	2	4,3861	9	5	2	11,0674

Kil.	Am	Ank.	Kannor	Kil.	Am	Kil.	Tunnor
1	6	1	7,0674	1	6,36779	1	6,82263
2	12	2	14,1348	2	12,73558	2	13,64526
3	19	—	6,2022	3	19,10337	3	20,46790
4	25	1	13,2697	4	25,47116	4	27,29053
5	31	3	5,3371	5	31,83895	5	34,11316
6	38	—	12,4045	6	38,20674	6	40,93579
7	44	2	4,4719	7	44,57453	7	47,75843
8	50	3	11,5393	8	50,94232	8	54,58106
9	57	1	3,6067	9	57,31011	9	61,40369

f) Dänisches Mafs und Gewicht.

Unter die am frühesten regulirten Mafssysteme gehört das sche. Auf Antrieb des bekannten Olaus Römer gab näm- Christian V. am 1. Mai 1683 eine Verordnung, worin gesetzt wurde, dafs ein bestimmt angegebenes Mafs in en Königreichen, Dänemark und Norwegen, gelten solle. se Verordnung wurde durch eine zweite vom 10. Januar 8 erneuert und näher bestimmt. In der neuern Zeit ging m. Bugge bei Gelegenheit der französischen Mafsreguli- g nach Paris, war eines der auswärtigen Mitglieder der zu ernannten Commission, wie bereits oben (unter a) er- nt wurde, verschaffte sich dann genaue Muster des Meters des Kilogramms und verglich hiermit die in Kopenhagen ndlichen Normalmafse. Die Einheit des Längenmafses ist nach die *Elle*, welche 2 Fufs, jeden zu 12 Zoll, den Zoll 12 Linien enthält, die gemeine Eintheilung in halbe, Vier- und Achtel nicht gerechnet. Drei solcher Ellen geben den *len* und 5 die *Ruthe*. Der *Fufs* soll der rheinische seyn, r man weifs, dafs dessen Gröfse nicht überall gleich ist. gge setzt ihn daher 139,027 par. Linien gleich, man darf indefs sicher auf die bewährte Genauigkeit von Chr- s[1] verlassen, welcher nach dem Original-Etalon der Elle

1 Mafs- und Gewichtsbuch. Frankf. 1830. S. 215. Dort ist die ntendste Quelle, nämlich Bugge Reise nach Paris in den Jahren u. 99. Ueb. von Tilemann. Kopenh. 1801. 8., benutzt, weswegen ihm hier ausschliefslich folge. Es ist merkwürdig, dafs diese liche Gröfse des dänischen Fufses so genau mit derjenigen über- timmt, welche Hansteen aus der Pendellänge abgeleitet in Vor-

auf dem Rathhause in Kopenhagen denselben = 139,08 par. Linien oder 313,76 Millimeter setzt. Hieraus folgt die nachstehende Vergleichung, wobei zu berücksichtigen ist, daſs zwischen dänischen und pariser Linien, Zollen, Fuſsen und Faden bei gleicher zwölftheiliger Eintheilung das nämliche Verhältniſs statt findet.

Dänisches und französisches Längenmaſs.

Lin.	par. Lin.	Millim.	Zoll	Millim.	Fuſs	Meter
1	0,965903	2,1789	1	26,1467	1	0,31376
2	1,931806	4,3578	2	52,2933	2	0,62752
3	2,897708	6,5367	3	78,4400	3	0,94128
4	3,863611	8,7156	4	104,5867	4	1,25504
5	4,829513	10,8944	5	130,7333	5	1,56880
6	5,795417	13,0733	6	156,8800	6	1,88256
7	6,761319	15,2522	7	183,0267	7	2,19632
8	7,727222	17,4311	8	209,1733	8	2,51008
9	8,693125	19,6100	9	235,3200	9	2,82384
10	9,659028	21,7889	10	261,4667	10	3,13760
11	10,624930	23,9678	11	287,6133	11	3,45136
12	11,590833	26,1467	12	313,7600	12	3,76512

Französisches und dänisches Längenmaſs.

Par.	dän. Fuſs	Mm.	Linien	Cm.	Zoll	Linien
1	1,035301	1	0,45895	1	—	4,58949
2	2,070602	2	0,91790	2	—	9,17899
3	3,105903	3	1,37685	3	1	1,76849
4	4,141204	4	1,83580	4	1	6,35798
5	5,176504	5	2,29475	5	1	10,94748
6	6,211805	6	2,75370	6	2	3,53697
7	7,247106	7	3,21265	7	2	8,12647
8	8,282407	8	3,67160	8	3	0,71596
9	9,317708	9	4,13055	9	3	5,30546
10	10,35301	10	4,58950	10	3	9,89495
11	11,38831	11	5,04844	11	4	2,48445
12	12,42361	12	5,50739	12	4	7,07394

schlag bringt, nämlich 139,0808 par. Lin. S. Magazin for Natur[illegible]denskaberne 1823. H. 4. p. 175.

Dcm.	Fuſs	Zoll	Linien	Met.	Fuſs	Met.	Fuſs
1	—	3	9,89495	1	3,18715	11	35,05864
2	—	7	7,78990	2	6,37430	12	38,24579
3	—	11	5,68485	3	9,56145	13	41,43294
4	1	3	3,57980	4	12,74860	14	44,62009
5	1	7	1,47476	5	15,93575	15	47,80724
6	1	10	11,36971	6	19,12290	16	50,99439
7	2	2	9,26466	7	22,31005	17	54,18154
8	2	6	7,15961	8	25,49720	18	57,36869
9	2	10	5,05456	9	28,68434	19	60,55584
10	3	2	2,94952	10	31,87149	20	63,74299

Die Einheit des Gewichts ist in Dänemark gleichfalls das ıd, welches, wie gewöhnlich, in 32 *Loth*, jedes zu 4 t, getheilt wird. Dann geht die Unterabtheilung aber weiindem das Quint in 4 *Ort* (altsächsischer Ausdruck für el) oder *Pfennige*, jeden zu 16 *Es*, das Es zu 8 Gran ilt wird, so daſs also das Pfund 65536 Gran enthält so viele, als die Cölnische Mark Richtpfennigtheile. Sol-Pfunde machen 100 einen *Centner*, üblicher aber ist die nung nach *Liespfund* zu 16 Handelspfund und nach *ffspfund* zu 20 Liespfund. Dem Gesetze nach soll das d so viel wiegen als der 62ste Theil eines dänischen Kuıſses Wasser, welches nach Bugge 499,26 Gramme be-¹. Neben diesem besteht das *Pfund Silbergewicht* mit gleichen Unterabtheilung, wovon 17 so viel als 16 ℔. lelsgewicht betragen und welches also 469,89 Gramme t. Das *Medicinal-Gewicht* soll das Nürnberger seyn; erhält sich indeſs zum Handelspfunde wie 0,7184008 : 1 würde hiernach also 357,66878 Grammen gleichen. Die folgende Vergleichung bezieht sich bloſs auf das Handelsd, da ohnehin unten noch einmal von den verschiedenen icinalgewichten die Rede seyn wird.

Nach Hansteen a. a. O. würde die Gröſse desselben genau 8,1137 Grammen oder 7690,835 engl. Grains seyn. Der nicht bedeutende Unterschied verschwindet fast ganz, wenn man beichtigt, daſs Hansteen den Fuſs etwas geringer annimmt, woalso der 62ste Theil eines Kubikfuſses Wasser gleichfalls ger ausfallen muſs. Das in Dänemark und Norwegen wirkgebräuchliche Pfund gleicht indeſs nach Hansteen 499,3 Gram-

Dänisches und metrisches Gewicht.

Gr.	Millig.	Qt.	Gramm.	Lt.	Gramm.	Lisp.	Kilogramm
1	7,6181	1	3,90046	26	405,6487	5	39,9[illegible]
2	15,2362	2	7,80094	27	421,2506	6	47,9[illegible]
3	22,8543	3	11,70141	28	436,8525	7	55,91[illegible]
4	30,4724	Lt.	15,60188	29	452,4544	8	63,9[illegible]
5	38,0905	2	31,20375	30	468,0562	9	71,89[illegible]
6	45,7086	3	46,80563	31	483,6581	10	79,8[illegible]
7	53,3267	4	62,40750	32	499,2600	11	87,8[illegible]
Es	60,9448	5	78,00938	℔.	Kilogr.	12	95,8[illegible]
2	121,8896	6	93,61125	1	0,499260	13	103,8[illegible]
3	182,8345	7	109,2131	2	0,998520	14	111,8[illegible]
4	243,7793	8	124,8150	3	1,497780	15	119,[illegible]
5	304,7241	9	140,4169	4	1,997040	16	127,[illegible]
6	365,6689	10	156,0187	5	2,496300	17	135,[illegible]
7	426,6138	11	171,6206	6	2,995560	18	143,[illegible]
8	487,5586	12	187,2225	7	3,494820	19	151,[illegible]
9	548,5034	13	202,8244	8	3,994080	20	159,[illegible]
10	609,4482	14	218,4262	9	4,493340	Sch. ℔.	159,[illegible]
11	670,3931	15	234,0281	10	4,992600	2	319,[illegible]
12	731,3379	16	249,6300	11	5,491860	3	479,[illegible]
13	792,2827	17	265,2319	12	5,991120	4	639,[illegible]
14	853,2275	18	280,8337	13	6,490380	5	79[illegible]
15	914,1724	19	296,4356	14	6,989640	6	95[illegible]
16	975,1172	20	312,0375	15	7,488900	7	111[illegible]
Ort	Gramm.	21	327,6394	16	7,988160	8	127[illegible]
1	0,975117	22	343,2412	Lis.	7,988160	9	143[illegible]
2	1,950234	23	358,8431	2	15,97632	10	159[illegible]
3	2,925352	24	374,4450	3	23,96448	11	175[illegible]
4	3,900469	25	390,0469	4	31,95264	12	191[illegible]

Metrisches und dänisches Gewicht.

.	Es	Gran	Gr.	℔.	Lt.	Qt.	Ort	Es	Gran	Klg.	Pfund
	—	0,131	1	—	—	—	1	—	3,266	1	2,00296
	—	0,263	2	—	—	—	2	—	6,533	2	4,00593
	—	0,394	3	—	—	—	3	1	1,799	3	6,00889
	—	0,525	4	—	—	1	—	1	5,065	4	8,01186
	—	0,656	5	—	—	1	1	2	0,331	5	10,01482
	—	0,788	6	—	—	1	2	2	3,597	6	12,01779
	—	0,919	7	—	—	1	3	2	6,864	7	14,02075
	—	1,050	8	—	—	2	—	3	2,130	8	16,02371
	—	1,181	9	—	—	2	1	3	5,396	9	18,02668
.	—	1,312	dkg.	—	—	2	2	4	0,663	10	20,02964
	—	2,625	2	—	1	1	—	8	1,325	11	22,03261
	—	3,938	3	—	1	3	2	12	1,988	12	24,03557
	—	5,251	4	—	2	2	1	—	2,651	13	26,03854
	—	6,563	5	—	3	—	3	4	3,314	14	28,04150
	—	7,876	6	—	3	3	1	8	3,976	15	30,04446
	1	1,189	7	—	4	1	3	12	4,639	16	32,04743
	1	2,501	8	—	5	—	2	—	5,302	17	34,05039
	1	3,814	9	—	5	3	—	4	5,965	18	36,05336
.	1	5,126	hkg.	—	6	1	2	8	6,627	19	38,05632
2	3	2,253	2	—	12	3	1	1	5,255	20	40,05929
3	4	7,380	3	—	19	—	3	10	3,882	21	42,06225
4	6	4,506	4	—	25	2	2	3	2,510	22	44,06522
5	8	1,633	5	1	—	—	—	12	1,137	23	46,06818
6	9	6,760	6	1	6	1	3	4	7,764	24	48,07114
7	11	3,886	7	1	12	3	1	13	6,392	25	50,07411
8	13	1,013	8	1	19	1	—	6	5,019	26	52,07707
9	14	6,140	9	1	25	2	2	15	3,647	27	54,08004
0	16	3,266	10	2	—	—	1	8	2,274	28	56,08300

Die Einheit der Hohlmafse in Dänemark ist der *Pott*, i der gesetzlichen Bestimmung der 32ste Theil eines dä- hen Kubikfufses. Ein solcher Pott hält dann als Flüssig- smafs 4 *Pegel*, 2 Pott geben eine *Kanne*, 38,75 gehn auf n *Anker*, deren 4 eine *Ohm* und 6 Ohm 1 *Fuder* geben. *Biertonne* hält 136 Pott, die norwegische *Theertonne* aber . Die *Korntonne* soll 4,5 Kubikfufs oder 144 Pott ent- en und wird in 8 *Scheffel*, dieser aber in Viertel, Achtel Sechzehntel getheilt. Indem aber der Pott 0,96529 Li- enthält, so läfst sich hierauf die nachfolgende Vergleichung nden.

Dänische und metrische Flüssigkeitsmafse.

Pe.	Liter	Kan.	Liter	Ank.	Liter	Fud.	Kilol.
1	0,2413	9	17,3752	1	37,405	1	0,89772
2	0,4826	10	19,3058	2	74,810	2	1,79544
3	0,7239	11	21,2364	3	112,215	3	2,69316
Pott	0,9653	12	23,1670	4	149,620	4	3,59088
Kan.	1,9306	13	25,0975	Ohm	Hektol.	5	4,48860
2	3,8612	14	27,0281	1	1,49620	6	5,38632
3	5,7917	15	28,9587	2	2,99240	7	6,28404
4	7,7223	16	30,8893	3	4,48860	8	7,18176
5	9,6529	17	32,8198	4	5,98480	9	8,07948
6	11,5835	18	34,7504	5	7,48100	10	8,97720
7	13,5141	19	36,6810	6	8,97720	11	9,87492
8	15,4464	20	38,6116	7	9,47340	12	10,77264

Metrische und dänische Flüssigkeitsmafse.

Lit.	Ank.	Kan.	Pot	Hkl.	Fud.	Ohm	Ank.	Kan.	Pot	Kil.	F[illegible]
1	—	—	1,04	1	—	—	2	13	0,09	1	1,11[illegible]
2	—	1	0,07	2	—	1	1	6	1,44	2	2,2[illegible]
3	—	1	1,11	3	—	2	—	—	—	3	3,34[illegible]
4	—	2	0,14	4	—	2	2	13	0,88	4	4,45[illegible]
5	—	2	1,18	5	—	3	1	7	0,22	5	5,5[illegible]
6	—	3	0,21	6	—	4	—	—	1,57	6	6,6[illegible]
7	—	3	1,25	7	—	4	2	13	1,67	7	7,3[illegible]
8	—	4	0,29	8	—	5	1	7	1,01	8	8,9[illegible]
9	—	4	1,32	9	1	—	—	1	0,36	9	10,0[illegible]
Dkl.	—	5	0,36	Kil.	1	—	2	14	0,45	10	11,1[illegible]
2	—	10	0,71	2	2	1	1	9	0,16	11	12,2[illegible]
3	—	15	1,07	3	3	2	—	8	1,87	12	13,3[illegible]
4	1	1	0,68	4	4	2	2	18	0,33	13	14,4[illegible]
5	1	6	1,04	5	5	3	1	13	0,04	14	15,5[illegible]
6	1	11	1,40	6	6	4	—	17	1,74	15	16,7[illegible]
7	1	16	1,76	7	7	4	2	22	0,20	16	17,8[illegible]
8	2	2	1,37	8	8	5	1	16	1,91	17	18,9[illegible]
9	2	7	1,73	9	10	—	—	11	1,62	18	20,0[illegible]

Dänisches und metrisches Kornmafs.

Schfl.	Hektol.	Ton.	Kilol.	Hkl.	Scheffel	Kil.	Tonne
1	0,17375	1	0,139	1	5,7554	1	7,19424
2	0,34750	2	0,278	2	11,5108	2	14,38849
3	0,52125	3	0,417	3	17,2662	3	21,58273
4	0,69500	4	0,556	4	23,0216	4	28,77698
5	0,86875	5	0,695	5	28,7770	5	35,97122
6	1,04250	6	0,834	6	34,5324	6	43,16547
7	1,21625	7	0,973	7	40,2878	7	50,35971
8	1,39000	8	1,112	8	46,0432	8	57,55396
9	1,56375	9	1,251	9	51,7986	9	64,74820

g) Russische Mafse und Gewichte.

)ie in den Staaten des russischen Kaiserreiches[1] übli- Mafse und Gewichte werden zwar in den metrologi- Werken angegeben, allein theils sind die hierin ent- en Angaben unter sich nicht übereinstimmend, theils nirgends auf eine ächte Quelle oder eine vorhandene ge- h autorisirte Revision verwiesen. Als eine wohlbegrün- \utorität könnte die Tabelle gelten, welche Storch[2] heilt hat, allein es war mir auffallend, dafs die hierin tenen Angaben nicht vollständig mit denen übereinstim- die man in Scherer's Zeitschrift[3] findet. Letzteres enthält die Angabe, dafs die russischen Mafse und Ge- durch den jetzigen Staatsrath und beständigen Secre- ır Akademie v. Fuss genau untersucht und normal fest- : worden sind, und da weiter keine Quelle hierüber an- n ist, so schien es mir am besten, diesen rühmlichst be- n Gelehrten unmittelbar um Mittheilung der gesetzlichen mungen zu ersuchen, worauf ich dann die Grundlagen chfolgenden Berechnungen erhielt[4].

In Liefland, Kurland, Esthland, Finnland, Polen und Li- sind Provinzial-Mafse, die jedoch hier nicht berücksichtigt

Handbuch der National-Wirthschaftslehre. Aus d. Franz. von Rau. Th. III. Hamb. 1820. Tab. XI.

Allgem. nord. Annal. d. Chemie u. s. w. VIII. S. 217.

Seitdem hat Parrot eine sehr ausführliche Untersuchung des ten russischen Mafssystems vorgenommen; seine Arbeit ist mir

Die Einheit des Längenmafses ist der *Fufs*, welcher g[illegible] nau dem englischen gleicht und wie dieser in 12 *Zolle* g[illegible] theilt wird, der Zoll jedoch nur in 10 *Linien* und die Li[illegible] in 10 *Scrupel*. Ueber diese, wahrscheinlich durch Pe[illegible] den Grossen eingeführte Mafseinheit ist kein älteres Ge[illegible] vorhanden, wohl aber ist sie durch den Kaiser Alexa[illegible] gesetzlich bestätigt worden. Hiernach beträgt der russische F[illegible] 0,30479 Meter und 1 Meter 39,37079.... russische [illegible] Eine ältere Längeneinheit ist die russische Elle (*Arsc*[illegible] von 28 russischen Zollen oder 0,711172... Metern [illegible] deren 3 oder 7 Fufs den Faden (*Sashén*) = 2,1335[illegible] Metern geben, ein sehr altes, schon im Jahre 1116 erwä[illegible] Längenmafs. Endlich geben 500 Sashén 1 Werst, deren [illegible] was weniger als 7 auf eine geographische Meile geht[1]. [illegible] dem aber der englische Fufs bereits oben mit dem alte[illegible] riser und dem Meter verglichen worden ist[2], so folg[illegible] blofs eine Reductionstabelle der in Rufsland sehr gebräu[illegible] chen Arschine auf altes und neues französisches Mafs, [illegible] 1 russischer Fufs = 0,938306 französischen oder 0,30[illegible] Metern, also die Arschine 2,18938066.... pariser Fufs [illegible] 0,7112028 Metern gleichgesetzt worden ist[3].

---

jedoch nicht näher bekannt geworden, und ich benutze blofs [illegible] Augenblicke, da ich das Mspt. zum Druck abzusenden begriff[illegible] das, was sich von diesem Gelehrten in Schumacher's Jahrbuch [illegible] befindet, zur Revision des bereits Geschriebenen.

1 7 Werste betragen 24500 engl. oder 22988,5 franz. Fufs. [illegible] geograph. Meile aber 22842,5 par. F.

2 Die Eintheilung des englischen Zolles in 12, des russisc[illegible] 10 Linien macht einen kleinen, leicht zu berücksichtigenden [illegible] schied.

3 Diese von den so eben mitgetheilten, nach frühern Ve[illegible] chungen gesetzlich bestimmten Verhältnissen etwas abweichende [illegible] stimmungen gehn aus den neuesten Vergleichungen hervor. [illegible] oben *engl. Längenmafs*.

ssische Arschinen und französisches Mafs.

Ar.	par. Fufs	Meter	p. F.	Arschine	Met.	Arschine
1	2,18938	0,711203	1	0,45675	1	1,40607
2	4,37876	1,422406	2	0,91350	2	2,81214
3	6,56814	2,133608	3	1,37025	3	4,21821
4	8,75752	2,844811	4	1,82700	4	5,62428
5	10,94690	3,556014	5	2,28375	5	7,03035
6	13,13628	4,262617	6	2,74050	6	8,43642
7	15,32566	4,978420	7	3,19725	7	9,84249
8	17,51505	5,689622	8	3,65400	8	11,24856
9	19,70443	6,400825	9	4,11075	9	12,65463
10	21,89381	7,112028	10	4,56750	10	14,06070

Als Flächen- und Körpermafse dienen auch in Rufsland
iblichen Längenmafse; zum Ausmessen der Felder aber
die Ruthe, *Sashén*, indem ein Quadrat von 2400 Sashén
eigentlich ein Parallelogramm von 80 und 30 Sashén
e und Breite eine *Dessätina* bilden. Indem aber nach
angenommenen Verhältnisse 1 Sashén 2,1336084 Me-
gleich ist, so gleicht 1 Quadrat-Sashén 4,552285 Qua-
Metern, mithin 1 Dessätina = 10925,48.... Quadrat-
n.

Russische Sashén und Meter.

h.	Meter	Sash.	Quadrat-Meter	Met.	Sashén	Met.	Quadrat-Sashén
	2,13361	1	4,5523	1	0,46869	1	0,21967
	4,26722	2	9,1046	2	0,93738	2	0,43934
	6,40083	3	13,6569	3	1,40607	3	0,65901
	8,53443	4	18,2091	4	1,87476	4	0,87868
	10,66804	5	22,7614	5	2,34345	5	1,09835
	12,80165	6	27,3137	6	2,81214	6	1,31802
	14,93526	7	31,8660	7	3,28083	7	1,53769
	17,06887	8	36,4183	8	3,74952	8	1,75736
	19,20248	9	40,9706	9	4,21821	9	1,97703
	21,33608	10	45,5229	10	4,68689	10	2,19670

)ie *Dessätina*[1], welche 10925,48 Quadratmeter enthält,
it hiernach fast genau der Hektare von 10000 Quadrat-

[1] Sie enthält nach PAUCKER bei allen officiellen Bestimmungen
)uadrat-Sashén oder 117600 engl. Quadratfufs; die Dessätina

metern; inzwischen ist dennoch der Unterschied so bedeu-tend, daſs mir folgende Vergleichung beider nicht überflüs-zu seyn scheint.

Dessätina und Hektare.

Dess.	Hektare	Dess.	Hektare	He.	Dessätina	He.	Dessätina
1	1,092548	6	6,555288	1	0,915292	6	[illegible]
2	2,185096	7	7,647836	2	1,830583	7	[illegible]
3	3,277644	8	8,740384	3	2,745875	8	[illegible]
4	4,370192	9	9,832932	4	3,661166	9	8,23[illegible]
5	5,462740	10	10,925480	5	4,576458	10	9,15[illegible]

Die Einheit des russischen Gewichts ist das *Pfund*, welches 6316 englischen Grän oder 1,75 Cölner Mark und dem Gewichte von 25 Kubikzoll destillirtem Wasser bei 50° F. (10° C.) und 30 Zoll Barometerstand gleich seyn soll. Es wird in 32 *Loth* und das Loth in 3 *Solotnik* getheilt, so daſs also das Pfund 96 Solotnik oder 9216 Doli enthält. Da das eigentliche Gewicht der Cölner Mark schwer zu bestimmen ist[1] und bei dem Gewichte des Wassers die Ausdehnung desselben durch Wärme und die Reduction auf den leeren Raum weitläuftige Rechnungen erfordern, so ist es nicht leicht, diese drei Bestimmungen in Uebereinstimmung zu bringen, obgleich die Abweichungen derselben von einander nicht groſs seyn können. Es wiegt aber nach den oben[2] mitgetheilten Bestimmungen 1 engl. Kubikzoll destillirtes Wasser bei 62° F. und 30 Z. Barometerstand 252,458 engl. Grain, mithin 25 Kubikzolle 6311,45 engl. Grain, welche für den Unterschied der Temperatur corrigirt, also mit $\frac{1,001058}{1,000273}$ multiplicirt[3], völlig genau 6316,37 Grains geben, weswegen die Vergleichung mit dem metrischen Gewichte am besten auf das scharf bestimmte Verhältniſs von diesem zum englischen Gewichte gegründet wird. Indem aber das englische T-

---

der Landgüter in den Gouvernements enthält herkömmlich 3200 Quadrat-Sashén oder 156800 engl. Quadratfuſs.

1 S. unten: *Allgemeine deutsche Gewichte; Cölnische Mark*

2 S. *Englisches Maſs und Gewicht.*

3 S. meine Abhandlung über d. Ausdehnung der Flüssigkeiten in den Mém. de la Soc. des Sc. de Petersbourg T. I. p. 68.

und von 5760 Grains nach der oben mitgetheilten Bestimmung von Chelius genau 373,243 Grammen gleich ist, so hierdurch zugleich das Verhältniſs des russischen Pfundes m englischen und allen übrigen hierauf reducirten gegeben. n russisches Pfund beträgt nämlich 0,836003743.... altnzösische, 1,096527777... engl. Pfund und 409,2713173582... amme. Das Gewicht der Cölner Mark wird aber unten 233,75 Grammen angegeben werden, und hiernach enthält russische Pfund 1,7508933.... Cölner Mark, wonach also de Arten der Bestimmung einander sehr nahe kommen[1].

Daſs 3 Solotnik 1 Loth und 2 Loth ein Pfund ausmachen, bereits angegeben worden. Auſserdem aber geben 40 Pfunde *Pud* und 10 Pud 1 *Berkowetz*. Für die Vergleichung mit n englischen Troy-Pfunde ist aber noch zu bemerken, daſs teres in 12 Unzen, die Unze in 20 pennyweight, jedes 24 Grains, getheilt wird. Die Vielfachen des englischen -d.-p.-Pfundes von 7000 Grains sind in der Tabelle st angedeutet.

Russisches und englisches Troy-Gewicht.

Sol.	oz.	dwt.	grains	Lt.	lb.	oz.	dwt.	grains
1	—	2	17,792	16	—	6	11	14,000
2	—	5	11,583	17	—	6	19	19,375
Lt.	—	8	5,375	18	—	7	8	0,750
2	—	16	10,750	19	—	7	16	6,125
3	1	4	6,125	20	—	8	4	11,500
4	1	12	21,500	21	—	8	12	16,875
5	2	1	2,875	22	—	9	—	22,250
6	2	9	8,250	23	—	9	9	3,625
7	2	17	13,625	24	—	9	17	9,000
8	3	5	19,000	25	—	10	5	14,375
9	3	14	0,375	26	—	10	13	19,750
10	4	2	5,750	27	—	11	2	1,125
11	4	10	11,125	28	—	11	10	6,500
12	4	18	16,500	29	—	11	18	11,875
13	5	6	21,875	30	1	—	6	17,250
14	5	15	3,250	31	1	—	14	22,625
15	6	3	8,625	32	1	1	3	3,000

[1] Paucker a. a. O. fand das Gewicht der zu seinen Wägungen tonen Normal-Pfundstücke = 6320 englische Troy-Grains und

Englisches Troy- und russisches Gewicht.

gr.	Solotnik.	gr.	Lt.	Solotn.	dwt.	Lt.	Solotn.
1	0,015199	19	—	0,288790	14	1	2,1070
2	0,030399	20	—	0,303990	15	1	2,4718
3	0,045598	21	—	0,319189	16	1	2,8366
4	0,060798	22	—	0,334389	17	2	0,2014
5	0,075997	23	—	0,349588	18	2	0,5662
6	0,091197	dwt.	—	0,364788	19	2	0,9310
7	0,106396	2	—	0,729576	oz.	2	1,2958
8	0,121596	3	—	1,094363	2	4	2,5915
9	0,136795	4	—	1,459151	3	7	0,8873
10	0,151995	5	—	1,823939	4	9	2,1830
11	0,167194	6	—	2,188727	5	12	0,4788
12	0,182394	7	—	2,553515	6	14	1,7745
13	0,197593	8	—	2,918303	7	17	0,0703
14	0,212793	9	1	0,283091	8	19	1,3660
15	0,227992	10	1	0,647878	9	21	2,6618
16	0,243192	11	1	1,012666	10	24	0,9576
17	0,258391	12	1	1,377454	11	26	2,2533
18	0,273591	13	1	1,742242	12	29	0,5491

Russisches und metrisches Gewicht.

Sol.	Gramme	Lt.	Gramme	Lt.	Gramme
1	4,2632429	10	127,8972867	21	268,58430[illegible]
2	8,5264858	11	140,6870153	22	281,37403[illegible]
Lt.	12,7897287	12	153,4767440	23	294,163[illegible]
2	25,5794573	13	166,2664727	24	306,9534[illegible]
3	38,3691860	14	179,0562013	25	319,743210[illegible]
4	51,1589146	15	191,8459300	26	332,532945[illegible]
5	63,9486433	16	204,6356587	27	345,32267[illegible]
6	76,7383720	17	217,4253873	28	358,11240[illegible]
7	89,5281007	18	230,2151160	29	370,9021313
8	102,3178293	19	243,0048447	30	383,6918[illegible]
9	115,1075580	20	255,7945733	31	396,48156[illegible]

---

hat daher vorgeschlagen, dieses als Norm anzunehmen. Der [illegible] schied zwischen dieser und der hier angenommenen Bestimmung [illegible] de nicht grofs seyn, und da aufserdem das Pfund gesetzlich [illegible] Cöln. Mark wiegen soll, wie ich für ausgemacht halte, so sch[illegible] mir nicht geeignet, die von mir berechneten Tabellen danach [illegible] ändern.

Metrisches und russisches Gewicht.

Gr.	Solotn.	dkg.	Lt.	Solotn.	hkg.	℔.	Lt.	Solotn.
1	0,234563	1	—	2,3456	1	—	7	2,4563
2	0,469126	2	1	1,6912	2	—	15	1,9126
3	0,703689	3	2	1,0369	3	—	23	1,3689
4	0,938253	4	3	0,3825	4	—	31	0,8253
5	1,172816	5	3	2,7282	5	1	7	0,2816
6	1,407379	6	4	2,0738	6	1	14	2,7379
7	1,641943	7	5	1,4194	7	1	22	2,1943
8	1,876506	8	6	0,7651	8	1	30	1,6506
9	2,111069	9	7	0,1107	9	2	6	1,1069
10	2,345632	10	7	2,4563	10	2	14	0,5632

ussisches, englisches, altfranzösisches und metrisches Gewicht.

Russ. ℔.	Engl. Troy lb.	Engl. Av.-d.-p.-lb.	Franz. ℔.	Metrisch. Kilogr.
1	1,09652	0,90229	0,83600	0,4092713
2	2,19306	1,80457	1,67201	0,8185426
3	3,28958	2,70686	2,50801	1,2278139
4	4,38611	3,60914	3,34401	1,6370853
5	5,48264	4,51143	4,18002	2,0463566
6	6,57917	5,41371	5,01602	2,4556279
7	7,67569	6,31600	5,85203	2,8648992
8	8,77222	7,21829	6,68803	3,2741705
9	9,86875	8,12057	7,52703	3,6834418
10	10,96528	9,02286	8,36003	4,0927132

Russisches, englisches Av.-d.-p.-, altfranz. und metrisches Gewicht.

Russ. ℔.	Englische. Ton.	Cwt.	qrs.	lb.	Alt franz. ℔.	Kilogram.
10	—	—	—	9,023	8,360	4,09271
20	—	—	—	18,046	16,720	8,18543
30	—	—	—	27,069	25,080	12,27814
Pud	—	—	1	8,091	33,440	16,37085
2	—	—	2	16,183	66,880	32,74170
3	—	—	3	24,274	100,320	49,11256
4	—	1	1	4,366	133,761	65,48341
5	—	1	2	12,457	167,201	81,85426
6	—	1	3	20,548	200,641	98,22512
7	—	2	1	0,640	234,081	114,59597
8	—	2	2	8,731	267,521	130,96682
9	—	2	3	16,823	300,961	147,33767
Ber.	—	3	—	24,914	334,401	163,70853
2	—	6	1	21,829	668,803	327,41705
3	—	9	2	18,743	1003,204	491,12558
4	—	12	3	15,657	1337,606	654,83411
5	—	16	—	12,571	1672,007	818,54263
6	—	19	1	9,486	2006,409	982,25116
7	1	2	2	6,400	2340,810	1145,95969
8	1	5	3	3,314	2675,212	1309,66821
9	1	9	—	0,229	3009,613	1473,37674
10	1	12	—	25,143	3344,015	1637,08527

glisches Avoir-du-poids- und russisches Gewicht.

Engl. ℔.	Russ. Ber.	Russ. Pud	Russ. ℔.	Eng. Cwt.	Russ. Ber.	Russ. Pud	Russ. ℔.
1	—	—	1,1083	8	2	4	33,034
2	—	—	2,2166	9	2	7	37,163
3	—	—	3,3249	10	3	1	1,293
4	—	—	4,4332	11	3	4	5,421
5	—	—	5,5415	12	3	7	9,550
6	—	—	6,6498	13	4	—	13,680
7	—	—	7,7581	14	4	3	17,809
8	—	—	8,8664	15	4	6	21,938
9	—	—	9,9747	16	4	9	26,067
10	—	—	11,0829	17	5	2	30,196
20	—	—	22,1659	18	5	5	34,326
28	—	—	31,0323	19	5	8	38,455
qrs.	—	—	31,0323	Ton.	6	2	2,584
2	—	1	22,0646	2	12	4	5,168
3	—	2	13,0969	3	18	6	7,752
cwt.	—	3	4,1292	4	24	8	10,336
2	—	6	8,2584	5	31	—	12,920
3	—	9	12,3876	6	37	2	15,503
4	1	2	16,5168	7	43	4	18,087
5	1	5	20,6460	8	49	6	20,671
6	1	8	24,7752	9	55	8	23,255
7	2	1	28,9044	10	62	—	25,839

Metrisches und russisches Gewicht.

Kil.	Pud	Pf.	Kil.	Ber.	Pud	Pf.
1	—	2,443367	80	—	4	35,469
2	—	4,886734	90	—	5	19,903
3	—	7,330101	100	—	6	4,337
4	—	9,773468	200	1	2	8,673
5	—	12,216835	300	1	8	13,010
6	—	14,660202	400	2	4	17,347
7	—	17,103568	500	3	—	21,683
8	—	19,546935	1000	6	1	3,367
9	—	21,990302	1500	9	1	25,050
10	—	24,433669	2000	12	2	6,734
20	1	8,867338	2500	15	2	28,417
30	1	33,301008	3000	18	3	10,101
40	2	17,734677	3500	21	3	31,784
50	3	2,168346	4000	24	4	13,468
60	3	26,602015	4500	27	4	35,151
70	4	11,035684	5000	30	5	16,835

Als Normalmafs für Flüssigkeiten ist in Rufsland das *Wedro* (so viel als Eimer) zu betrachten. Es enthielt ehemals 8, nach der neuen Bestimmung 10 *Stofe*, deren jeder durch Halbirung in 2 halbe Stofe oder *Kruschken* (Krug) zerfällt, eigentlich aber in 10 *Tscharken* (Schälchen) getheilt wird. Als gröfseres Mafs endlich dient das *Fafs* von 40 Wedros. Das Wedro enthält gesetzlich 750 Kubikzoll russ. Wasser bei 50° F. und 30 Zoll Barometerstand und beträgt also nach der oben gegebenen Berechnung 30 russ. Pfund. Zur Vergleichung dieser mit den englischen Mafsen dient die oben mitgetheilte Bestimmung, dafs das englische Gallon nach der neuesten genauen Messung 277,274 engl. Kubikzoll Inhalt hat, wonach also das Wedro 2,7049056.... Gallonen und das Gallon 0,3696986..... Wedros gleicht. Hiernach läfst sich dann eine Vergleichung mit den metrischen Mafsen benehmen, wenn man die oben gleichfalls mitgetheilte Bestimmung zum Grunde legt, wonach 1 Gallon 4,54346 Liters gleichkommt, also 1 Wedro 12,28963047... Litern und 1 Liter 0,081369411564... Wedros, wonach die folgenden Tabellen berechnet sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dafs das Wedro ebenso in 10 Stofe und 100 Tscharken getheilt wird als das Liter in 10 Deciliter und 100 Centiliter, weswegen

chen diesen Abtheilungen ein gleiches Verhältnifs statt t. Endlich aber geben 2 Pints 1 Quart, 4 Quarts 1 Gal- 8 Gallons 1 Bushel und 8 Bushels 1 Quarter.

ussische und englische Flüssigkeitsmafse.

Ts.	Gal.	Qrt.	Pint.	Wed.	Qtr.	Bu.	Gal.	Qrt.	Pint.
1	—	—	0,2164	3	—	1	—	—	0,918
2	—	—	0,4328	4	—	1	2	3	0,556
3	—	—	0,6492	5	—	1	5	2	0,196
4	—	—	0,8656	6	—	2	—	—	1,835
5	—	—	1,0820	7	—	2	2	3	1,475
6	—	—	1,2984	8	—	2	5	2	1,114
7	—	—	1,5148	9	—	3	—	1	0,753
8	—	—	1,7311	10	—	3	3	—	0,392
9	—	—	1,9475	20	—	6	6	—	0,784
St.	—	1	0,1639	30	1	2	1	—	1,177
2	—	2	0,3278	Fafs	1	5	4	—	1,570
3	—	3	0,4918	2	3	3	—	1	1,140
4	1	—	0,6557	3	5	—	4	2	0,709
5	1	1	0,8196	4	6	6	—	3	0,279
6	1	2	0,9835	5	8	3	4	3	1,849
7	1	3	1,1475	6	10	1	1	—	1,419
8	2	—	1,3114	7	11	6	5	1	0 989
9	2	1	1,4753	8	13	4	1	2	0,558
Wed.	2	2	1,6392	9	15	1	5	3	0,128
2	5	1	1,2785	10	16	7	1	3	1,698

glische und russische Flüssigkeitsmafse.

Pt.	Wed.	St.	Tschar.	Bu.	Fa.	Wed.	St.	Tschar.
1	—	—	4,6213	4	—	11	8	3,061
Qt.	—	—	9,2426	5	—	14	7	8,827
2	—	1	8,4853	6	—	17	7	4,592
3	—	2	7,7280	7	—	20	7	0,357
Gal.	—	3	6,9706	Qtr.	—	23	6	6,123
2	—	7	3,9413	2	1	7	3	2,245
3	1	1	0,9120	3	1	30	9	8,368
4	1	4	7,8826	4	2	14	6	4,491
5	1	8	4,8533	5	2	38	3	0,613
6	2	2	1,8240	6	3	21	9	6,736
7	2	5	8,7946	7	4	5	6	2,859
Bu.	2	9	5,7653	8	4	29	2	8,981
2	5	9	1,5306	9	5	12	9	5,104
3	8	8	7,2960	10	5	36	6	0,227

Russische und metrische Flüssigkeitsmafse.

Wed.	Liter	Wed.	Liter	Fafs.	Kilol.
1	12,28963	8	98,31704	3	1,474756
2	24,57926	9	110,60667	4	1,966341
3	36,86889	10	122,89630	5	2,457926
4	49,15852	20	245,79260	6	2,949511
5	61,44815	30	368,68891	7	3,441096
6	73,73778	Fafs.	491,58522	8	3,932682
7	86,02741	2	983,17043	9	4,424267

Metrische und russische Flüssigkeitsmafse.

Lit.	Wedro	Kil.	Fafs.	Wedro
1	0,081369	1	2	1,369325
2	0,162739	2	4	2,738650
3	0,244108	3	6	4,107975
4	0,325477	4	8	5,477300
5	0,406847	5	10	6,846626
6	0,488216	9	12	8,215951
7	0,569585	7	14	9,585276
8	0,650955	8	16	10,954601
9	0,732324	9	18	12,223926
10	0,813693	10	20	13,593251

Als Hohlmafs für trockne Substanzen ist gegenwärtig sowohl gesetzlich bestimmt, als auch am meisten gebräuchlich das *Tschetwert* (Vierling, Viertel), der 4te Theil eines nicht mehr üblichen grofsen Mafses. Es wird in 2 Osmin (Achtel) und in 8 *Tschetwerik* oder *Garnez* getheilt und enthält 1600 Kubikzoll oder 64 Pfund destillirtes Wasser bei 50° F. und 30 Zoll Barometerstand. Werden diese Gröfsen mit den so eben angegebenen Bestimmungen der englischen und französischen Flüssigkeitsmafse verglichen, so ergiebt sich, dafs 1 Gallon 1,38637 Tschetwerik, 1 Tschetwerik = 0,72130816448... Gallons gleichkommt, und auf gleiche Weise beträgt 1 Tschetwerik 3,277235793 Liter und 1 Liter 0,3051352002... Tschetwerik.

Russische, englische und metrische Trockenmafse.

Tsk.	Qtr.	Bu.	Gallon	Liter
1	—	—	0,7213	3,27734
2	—	—	1,4426	6,55477
3	—	—	2,1639	9,83171
Os.	—	—	2,8852	13,10894
Tst.	—	—	5,7705	26,21789
2	—	1	3,5409	52,43577
3	—	2	1,3114	78,65366
4	—	2	7,0819	104,87155
5	—	3	4,8523	131,08943
6	—	4	2,6228	157,30732
7	—	5	0,3933	183,52520
8	—	5	6,1637	209,74309
9	—	6	3,9342	235,96098
10	—	7	1,7047	261,17886
20	1	6	3,4093	522,25773
30	2	5	5,1140	783,52659
40	3	4	6,8186	1044,71545
50	4	4	0,5233	1305,89432
60	5	3	2,2279	1567,07318
70	6	2	3,9326	1828,25204
80	7	1	5,6372	2089,43091
90	8	—	7,3419	2350,60977
100	9	—	1,0465	2611,78863

Englische, metrische und russische Fruchtmafse.

Gall.	Tscht.	Osm.	Tschwk.	Lit.	Tscht.	Osm.	Tschwk.
1	—	—	1,38637	1	—	—	0,3051
2	—	—	2,77274	2	—	—	0,6103
3	—	1	0,15911	3	—	—	0,9154
4	—	1	1,54548	4	—	—	1,2205
5	—	1	1,93185	5	—	—	1,5257
6	1	—	0,31822	6	—	—	1,8308
7	1	—	1,70459	7	—	—	2,1359
Bu.	1	—	3,09096	8	—	—	2,4411
2	2	1	2,18192	9	—	—	2,7462
3	4	—	1,27288	Hek.	3	1	2,5135
4	5	1	0,36384	2	7	1	1,0270
5	6	1	3,45480	3	11	—	3,5406
6	8	—	2,54576	4	15	—	2,0541
7	9	1	1,63672	5	19	—	0,5676
Qtr.	11	—	0,72768	6	22	1	3,0811
2	22	—	1,45536	7	26	1	1,5946
3	33	—	2,18304	8	30	1	0,1082
4	44	—	2,91072	9	34	—	2,6217
5	55	—	3,63840	Kil.	38	—	1,1352
6	66	1	0,36608	3	114	—	3,4056
7	77	1	1,09376	4	152	1	0,5408
8	88	1	1,82144	5	190	1	1,6760
9	99	1	2,54912	7	266	1	3,9464
10	110	1	3,27680	9	343	—	2,2168

b) Niederländische Mafse und Gewichte.

Das Bedürfnifs des Handels veranlafste in den Niederlanden eine feste Regulirung der Mafse und Gewichte, welche im ganzen Reiche Gültigkeit haben sollten. Van Swinden, welcher als auswärtiges Mitglied bei der Mafs-Commission in Paris war, prüfte und berichtigte seit dem Anfange dieses Jahrhunderts die holländischen Mafse und Gewichte, allein vermöge einer königl. Verordnung vom 8. Nov. 1820 sind seit 1821 zwar die frühern Namen beibehalten, die Werthe aber aus Rücksichten auf Belgien ganz den französischen gleichgestellt[1]. Die niederländischen Schriftsteller bedienen sich an

1 Uebersicht der Anwendung des metrischen oder Decimalsystems im Königreich der Niederlande u. s. w. (von Schmidt!

r Ursache und in Folge ihrer genauen Bekanntschaft mit ranzösischen Literatur in der Regel des metrischen Symit dessen eigenthümlichen Namen, und es genügt daiier, nur die veränderten holländischen Benennungen herzen. Kilometer = *Mijl*, Dekameter = *Roede*, Meter *lle*, Decimeter = *Palm*, Centimeter = *Duim*, Milli- = *Streep.* Hiernach ist die Quadrat-Roede der Are das *Bunder* der Hektare gleich, die *Wisse* aber gleicht itere mit den bei letzterer üblichen Bestimmungen. Auf ie Weise ist Kilogramm = *Pond*, Hektogramm = *Once*, gramm = *Lood*, Gramm = *Wigtje*, Decigramm = *Korrel.* Medicinalgewicht hat die hierbei übliche Eintheilung beiten, ist aber auf $\frac{1}{4}$ des Pond (Kilogramm) festgesetzt. r ist Hektoliter = *Vat*, Liter = *Kan*, Deciliter = *Maatje* ichen), Centiliter = *Vingerhoed.* Für Fruchtmaſs dagest Hektoliter = *Mudde*, Dekaliter = *Schepel*, Liter = *Kop*, iter = *Maatje*.

i) Deutsche Maſse und Gewichte.

Die deutschen Schriftsteller bedienen sich bei dem Manıllgemeiner deutscher Maſse und Gewichte meistens der nzösischen, des Apothekergewichts, der metrischen Maſse Gewichte, die Preuſsen am allgemeinsten, die Baiern selten der in ihren Staaten eingeführten. Oft und vielist schon der Wunsch nach Einheit in diesen Stücken sert worden, und es läſst sich nicht in Abrede stellen, daſs hmäſsigkeit des Maſses und Gewichts eine weit gröſsere e von Vortheilen herbeiführen würde, als die Zahl der ler Einführung verbundenen Schwierigkeiten beträgt. Am esten dürfte die Ausführung dadurch werden, wenn die ı Bestimmungen von Preuſsen oder Oesterreich entnomwürden oder sich auf eine solche Weise an die franzön anschlössen, als dieses bereits in Hessen und Baden ehn ist. Insofern also die Mehrzahl der deutschen Schriftr wegen der Unbestimmtheit der in den einzelnen Staaiblichen Maſse und Gewichte sich bei wissenschaftlichen

---

d. 1821. 8. Vollständige Auskunft giebt Caelius in seinem oft nten Werke. S. 90.

Untersuchungen der ausländischen zu bedienen pflegt, müssen hier alle diejenigen übergangen werden, welche bisher nicht auf die erforderliche Weise gehörig bestimmt worden sind, wonach also nur die von 4 Staaten, nämlich Würtemberg, Baiern, Hessendarmstadt und Baden, erwähnt werden können.

1) Würtemberg.

Herzog Christoph von Würtemberg verordnete bereits im Jahre 1557, dafs im ganzen Lande einerlei Mafs und Gewicht in Gebrauch seyn solle, deren Normen in Stuttgart aufbewahrt wurden. Wie es überall zu geschehn pflegt, schlichen sich allmälig Abweichungen ein, weswegen die ursprünglichen Muster wieder als Norm benutzt und in Folge einer Verordnung vom 30sten Nov. 1806 die berichtigten, mit den französischen verglichenen Mafse und Gewichte im ganzen Königreiche eingeführt wurden[1]. Hiernach ist die Einheit des Längenmafses der *Fufs*, welcher in 10 Zolle, der Zoll in 10 Linien getheilt wird und 127 par. Linien oder 0,2864.. Meter gleichkommt; 2,144 solcher Fufs geben die *Elle* und 10 die *Ruthe*. Wegen der dekadischen Eintheilung des Fufses und Meters findet zwischen den Ganzen und den Theilen beider das nämliche Verhältnifs statt, dagegen ist es beim Pariser Fufse ein verschiedenes.

Würtembergische und französische Längenmafse.

Lin.	par. Lin.	Zoll	par. Zoll	Fufs	par. Fufs	Meter
1	1,27	1	1,0583	1	0,881944	0,286490
2	2,54	2	2,1167	2	1,763889	0,572980
3	3,81	3	3,1750	3	2,645833	0,859471
4	5,08	4	4,2333	4	3,527778	1,145961
5	6,35	5	5,2917	5	4,409722	1,432452
6	7,62	6	6,3500	6	5,291667	1,718942
7	8,89	7	7,4083	7	6,173611	2,005432
8	10,16	8	8,4667	8	7,055556	2,291922
9	11,43	9	9,5250	9	7,937500	2,578413

1 Die Vergleichung geschah durch v. Bohnenberger. S. Tübinger Blätter für Naturwissenschaften und Arzneikunde von v. Aut...

ranzösische und würtembergische Längenmafse.

L.	würt.Lin.	p. Z.	würt. Z.	p. F.	würt. F.	Met.	würt. Fufs
1	0,7874	1	0,9449	1	1,133858	1	3,490520
2	1,5748	2	1,8898	2	2,267717	2	6,981039
3	2,3622	3	2,8346	3	3,401575	3	10,471559
4	3,1496	4	3,7795	4	4,535433	4	13,962078
5	3,9370	5	4,7244	5	5,669291	5	17,452598
6	4,7244	6	5,6693	6	6,803150	6	20,943117
7	5,5118	7	6,6142	7	7,937008	7	24,433637
8	6,2992	8	7,5591	8	9,070866	8	27,924157
9	7,0866	9	8,5039	9	10,204724	9	31,414676
10	7,8740	10	9,4488	10	11,338583	10	34,905196
11	8,6614	11	10,3937	11	12,472441	11	38,395715
12	9,4488	12	11,3386	12	13,606299	12	41,886235

Das gangbare Feldmafs ist der Morgen von 384 Quadrat-en, welche 31,51745 Aren gleichen, das gewöhnliche zmafs ist das Mäfs von 6 Fufs Breite, 6 F. Höhe und Länge.

ürtembergische und metrische Flächen- und Körpermafse.

Mor.	Hektaren	Hka.	Morgen	Mäfs	Stere	Ste.	Mäfs
1	0,315175	1	3,172846	1	3,386	1	0,29533
2	0,630349	2	6,345691	2	6,772	2	0,59067
3	0,945523	3	9,518536	3	10,158	3	0,88600
4	1,260698	4	12,691382	4	13,544	4	1,18133
5	1,575873	5	15,864228	5	16,930	5	1,47667
6	1,891047	6	19,037073	6	20,316	6	1,77200
7	2,206222	7	22,209919	7	23,702	7	2,06734
8	2,521396	8	25,382764	8	27,088	8	2,36267
9	2,836571	9	28,555610	9	30,474	9	2,65800

Die Einheit des Gewichts in Würtemberg ist das *Pfund* ndelsgewicht, welches 2 *Mark* beträgt, wie gewöhnlich in *Loth*, jedes zu 4 *Quentchen*, getheilt wird und nach den uauen Wägungen von Chelius 0,467728 Kilogramm gleich-

---

rn und v. Bohnenberger. Tüb. 1815. Bd. 1. Hft. 1. Das Handels-richt hat Chelius sorgfältig verglichen. S. dessen Schrift S. 352.

kommt. Solcher Pfunde gehn 104 auf den *Centner*, welche dann aber nur zu 100 ℔. angenommen zu werden pflegt, woraus ein sogenanntes, im Verhältnifs von 104:100 schwereres Gewicht entsteht. In den Apotheken ist das sogenannte Nürnberger Medicinalgewicht üblich, welches die hierbei allgemein angenommene Eintheilung hat und wovon das Pfund 357,647 Grammen gleicht.

Würtembergisches und metrisches Gewicht

Qt.	Gramm	Lt.	Gramm	Lt.	Gramm	℔.	Kilogr.
1	3,6541	10	146,165	22	321,563	1	0,467728
2	7,3083	11	160,782	23	336,180	2	0,935456
3	10,9624	12	175,398	24	350,796	3	1,403184
Lt.	14,6165	13	190,015	25	365,413	4	1,870912
2	29,2330	14	204,631	26	380,029	5	2,338640
3	43,8495	15	219,248	27	394,646	6	2,806368
4	58,4660	16	233,864	28	409,262	7	3,274096
5	73,0852	17	248,481	29	423,879	8	3,741824
6	87,6990	18	263,097	30	438,495	9	4,209552
7	102,316	19	277,714	31	453,112	10	4,677280
8	116,932	20	292,330	℔.	467,728	11	5,145008
9	131,549	21	306,947	2	935,456	12	5,612736

Metrische und würtembergische Gewichte

Gr.	Quent.	Dkg.	Lt.	Quent.	Hkg.	℔.	Lt.	Quent.
1	0,2737	1	—	2,737	1	—	6	3,366
2	0,5473	2	1	1,473	2	—	13	2,733
3	0,8210	3	2	0,210	3	—	20	2,099
4	1,0947	4	2	2,947	4	—	27	1,465
5	1,3683	5	3	1,683	5	1	2	0,832
6	1,6220	6	4	0,420	6	1	9	0,198
7	1,9156	7	4	3,156	7	1	15	3,564
8	2,1893	8	5	1,893	8	1	22	2,931
9	2,4630	9	6	0,630	9	1	29	2,297
10	2,7366	10	6	3,366	10	2	4	1,663

Klg.	℔.	Lt.	Quent.	Pfund
1	2	4	1,663	2,137995
2	4	8	3,327	4,275989
3	6	13	0,990	6,413984
4	8	17	2,653	8,551979
5	10	22	0,317	10,689974
6	12	26	1,980	12,827968
7	14	30	3,643	14,965963
8	17	3	1,307	17,103958
9	19	7	2,970	19,241953
10	21	12	0,633	21,378947

.r alle Arten Flüssigkeiten ist die *Mafs* als Norm zu ten, welche gesetzlich 78,125 würtembergische Kubik- nthält und also 1,83705 Litern gleicht[1]. Sie wird in *open* getheilt, 10 Mafs geben 1 *Imi*, 16 Imi 1 *Eimer* Eimer 1 *Fuder*. Für trockne Substanzen, namentlich rner, dient als Normalgröfse das *Simmer* von 942,125 nbergischen Kubikzollen Inhalt, welches also 22,1533 gleichkommt. Dieses Simmer wird in 4 *Vierlinge*, der g in 8 *Ecklein*, das Ecklein in 4 *Viertelein* getheilt, ner aber geben 1 *Scheffel*. Diese sämmtlichen Mafse beim Messen in der Regel gestrichen, eine Ausnahme findet blofs bei Körpern von gröfserem Volumen, als , Kartoffeln u. s. w. statt.

ürtembergische und metrische Flüssigkeitsmafse.

ıfs	Liter	Imi	Liter	Imi	Liter	Fud.	Kilolit.
1	1,837	1	18,371	11	202,076	1	1,763568
2	3,674	2	36,741	12	220,446	2	3,527136
3	5,511	3	55,112	13	238,817	3	5,290704
4	7,348	4	73,482	14	257,187	4	7,054272
5	9,185	5	91,853	15	275,558	5	8,817840
6	11,022	6	110,223	Eim.	293,928	6	10,581408
7	12,859	7	128,594	2	587,856	7	12,344976
8	14,696	8	146,964	3	881,784	8	14,108544
9	16,533	9	165,335	4	1175,712	9	15,872112
10	18,371	10	183,705	5	1469,640	10	17,635680

[1] Dafs für trüben Most und beim Verkaufe in den Gasthäusern abweichende Gröfsen üblich sind, kann hier übergangen werden.

Metrische und würtembergische Flüssigkeitsmafse.

Lit.	Mafs	Hkl.	Eim.	Imi	Mafs	Kll.	Foder
1	0,54435	1	—	5	4,435	1	0,56703
2	1,08870	2	—	10	8,870	2	1,13406
3	1,63305	3	1	—	3,305	3	1,70110
4	2,17740	4	1	5	7,740	4	2,26813
5	2,72175	5	1	11	2,175	5	2,83516
6	3,26610	6	2	—	6,611	6	3,40219
7	3,81045	7	2	6	1,046	7	3,96923
8	4,35480	8	2	11	5,481	8	4,53626
9	4,89915	9	3	—	9,916	9	5,10329
10	5,44350	10	3	6	4,351	10	5,67032

Würtembergisches und metrisches Fruchtmafs.

Si.	Liter	Sch.	Hektol.	Lit.	Simmer	Hkl.	Scheff.
1	22,1533	1	1,77226	1	0,04514	1	0,5[illegible]
2	44,3066	2	3,54453	2	0,09028	2	1,12[illegible]
3	66,4599	3	5,31679	3	0,13542	3	1,69[illegible]
4	88,6132	4	7,08906	4	0,18056	4	2,25[illegible]
5	110,7665	5	8,86132	5	0,22570	5	2,82[illegible]
6	132,9198	6	10,63358	6	0,27084	6	3,38[illegible]
7	155,0731	7	12,40585	7	0,31598	7	3,94[illegible]
8	177,2264	8	14,17811	8	0,36112	8	4,51[illegible]
9	199,3797	9	15,95038	9	0,40626	9	5,07[illegible]
10	221,5330	10	17,72264	10	0,45140	10	5,6[illegible]

2) Baiern.

Im Königreiche Baiern ist durch wiederholte Veror[illegible] gen seit dem Jahre 1811 statt der zahllosen einzelen [illegible] verschiedenen Städte und Bezirke ein gemeinschaftliches [illegible] und Gewicht eingeführt, allein es fehlt bis jetzt noch [illegible] den bisher erwähnten Staaten geschehene, auch für [illegible] gröfsere Land erforderliche, völlig scharfe Feststellung [illegible] einzelnen Gröfsen und künftige Sicherung ihrer Unverä[illegible] lichkeit durch Niederlegung von Haupt- und abgeleiteten [illegible] sterstücken. Im Jahre 1823 habe ich bei dem als Ph[illegible] hinlänglich bekannten Oberfinanzrath v. Yelin die ersten [illegible] bereitungen zu einer solchen Operation gesehn, sie sch[illegible]

r durch seinen zu frühzeitigen Tod unterbrochen worden und dem in Vergessenheit gekommen zu seyn, und ich muſs er die erforderlichen Thatsachen aus dem Werke von Chr- s entlehnen, welches obendrein eine sehr zuverlässige lle ist. Hiernach ist der *Fuſs* mit Duodecimal-Einthei- ; das gesetzliche Längenmaſs, wovon 10 eine *Ruthe* bil- . Seine Länge beträgt 129,38 par. Linien oder 0,29186 er; der *Morgen* Landes hält 40 Quadratruthen und gleicht 34,073 Aren, die *Klafter* Brennholz von 6 F. Höhe, . Breite und 3,5 F. Tiefe gleicht 3,1325 Steren. Hieraus ebt sich folgende Vergleichung.

Baierische und französische Längenmaſse.

Lin.	par. Lin.	Millim.	Zoll	Millim.	Fuſs	Meter
1	0,89847	2,0268	1	24,3217	1	0,29186
2	1,79694	4,0536	2	48,6433	2	0,58372
3	2,69542	6,0804	3	72,9650	3	0,87558
4	3,59389	8,1072	4	97,2867	4	1,16744
5	4,49236	10,1340	5	121,6083	5	1,45930
6	5,39083	12,1608	6	145,9300	6	1,75116
7	6,28931	14,1876	7	170,2517	7	2,04302
8	7,18778	16,2144	8	194,5733	8	2,33488
9	8,08625	18,2412	9	218,8950	9	2,62674
10	8,98472	20,2681	10	243,2167	10	2,91860
11	9,88319	22,2949	11	267,5383	11	3,21046
12	10,78167	24,3217	12	291,8600	12	3,50232

anzösisches und baierisches Längenmaſs.

p. F.	bair. Fuſs	m m.	Linien	ctm.	Zoll	Lin.
1	1,11300	1	0,4934	1	—	4,9339
2	2,22600	2	0,9868	2	—	9,8678
3	3,33900	3	1,4802	3	1	2,8016
4	4,45200	4	1,9735	4	1	7,7355
5	5,56500	5	2,4670	5	2	0,6694
6	6,67800	6	2,9603	6	2	5,6032
7	7,79100	7	3,4537	7	2	10,5371
8	8,90400	8	3,9471	8	3	3,4710
9	10,01700	9	4,4405	9	3	8,4049
10	11,13000	10	4,9339	10	4	1,3387
11	12,24301	11	5,4273	11	4	6,2726
12	13,35601	12	5,9206	12	4	11,2065

dcm.	F.	Z.	Lin.	Met.	Fufs	Met.	Fufs
1	—	4	1,3387	1	3,4263	11	37,6893
2	—	8	2,6774	2	6,8526	12	41,1156
3	1	—	4,0162	3	10,2789	13	44,5419
4	1	4	5,3549	4	13,7052	14	47,9682
5	1	8	6,6936	5	17,1315	15	51,3945
6	2	—	8,0323	6	20,5578	16	54,8208
7	2	4	9,3711	7	23,9841	17	58,2471
8	2	8	10,7098	8	27,4104	18	61,6734
9	3	1	0,0485	9	30,8367	19	65,0997
10	3	5	1,3872	10	34,2630	20	68,5260

Baierisches und metrisches Feldmafs.

Mor.	Hektaren	Mor.	Hektaren	Hka.	Morgen	Hka.	Morgen
1	0,34073	6	2,04438	1	2,93488	6	17,6[illegible]
2	0,68146	7	2,38511	2	5,86975	7	20,54[illegible]
3	1,02219	8	2,72584	3	8,80463	8	23,479[illegible]
4	1,36292	9	3,06657	4	11,73950	9	26,41[illegible]
5	1,70365	10	3,40730	5	14,67438	10	29,34[illegible]

Als übliches Gewicht gilt das baierische *Pfund*, ein [illegible]delsgewicht, deren 100 auf einen *Centner* gehn. Sein [illegible]theilung ist die gewöhnliche in 32 *Loth*, jedes zu 4 [illegible]*chen*, und sein Gehalt beträgt 560 Gramme. Das [illegible]kerpfund hat die gewöhnliche Eintheilung und soll 3[illegible]men gleichen.

Baierisches und metrisches Gewicht.

Qt.	Gram.	Lt.	Gram.	Lt.	Gram.	℔.	Kilo.
1	4,38	10	175,0	22	385,0	1	0,56
2	8,75	11	192,5	23	402,5	2	1,12
3	13,13	12	210,0	24	420,0	3	1,68
Lt.	17,50	13	227,5	25	437,5	4	2,24
2	35,00	14	245,0	26	455,0	5	2,[illegible]
3	52,50	15	262,5	27	472,5	6	3,36
4	70,00	16	280,0	28	490,0	7	3,92
5	87,50	17	297,5	29	507,5	8	4,48
6	105,0	18	315,0	30	525,0	9	5,04
7	122,5	19	332,5	31	542,5	10	5,60
8	140,0	20	350,0	℔.	560,0	11	6,16
9	157,5	21	367,5	2	1120,0	12	6,7[illegible]

Metrisches und baierisches Gewicht.

Gr.	Quent.	Dkg.	Lt.	Quent.	Hkg.	℔.	Lt.	Quent.
1	0,2286	1	—	2,286	1	—	5	2,857
2	0,4571	2	1	0,571	2	—	11	1,714
3	0,6857	3	1	2,857	3	—	17	0,571
4	0,9143	4	2	1,143	4	—	22	3,429
5	1,1429	5	2	3,429	5	—	28	2,286
6	1,3714	6	3	1,714	6	1	2	1,143
7	1,6000	7	3	3,999	7	1	7	3,999
8	1,8286	8	4	2,286	8	1	13	2,857
9	2,0571	9	5	0,571	9	1	19	1,714

Klg.	℔.	Lt.	Quent.	Klg.	Pfund	Klg.	Pfund
1	1	25	0,571	1	1,78571	10	17,85714
2	3	18	1,143	2	3,57143	11	19,64286
3	5	11	1,714	3	5,35714	12	21,42857
4	7	4	2,286	4	7,14286	13	23,21429
5	8	29	2,857	5	8,92857	14	25,00000
6	10	22	3,429	6	10,71429	15	26,78571
7	12	15	3,999	7	12,50000	16	28,57143
8	14	9	0,571	8	14,28571	17	30,35714
9	16	2	1,143	9	16,07143	18	32,14286

Auch in Baiern dient, wie im südlichen Deutschland aupt, die *Mafs* zum Messen der Flüssigkeiten. Sie dann gleichfalls in 4 *Schoppen* getheilt, 64 derselben auf 1 *Eimer* und ihr Inhalt soll 43 baierische Decimal-betragen, wonach sie also 1,06921728 Litern gleich-it. Zum Fruchtmafs dient die *Metze*, deren Inhalt 34¾ betragen soll, welches 37,0661963 Litern gleichkommt; cher Metzen geben 1 *Scheffel*.

Baierische und metrische Flüssigkeitsmafse.

Sch.	Liter	Ma.	Liter	Ma.	Liter	Ma.	Liter
1	0,2673	17	18,1767	36	38,4918	55	58,8069
2	0,5346	18	19,2459	37	39,5610	56	59,8761
3	0,8019	19	20,3151	38	40,6303	57	60,9454
Ma.	1,0692	20	21,3843	39	41,6995	58	62,0146
2	2,1384	21	22,4536	40	42,7687	59	63,0838
3	3,2076	22	23,5228	41	43,8379	60	64,1530
4	4,2768	23	24,5920	42	44,9071	61	65,2222
5	5,3461	24	25,6612	43	45,9763	62	66,2915
6	6,4153	25	26,7304	44	47,0456	63	67,3607
7	7,4845	26	27,7996	45	48,1148	Eim.	Hektol.
8	8,5537	27	28,8688	46	49,1840	1	0,684299
9	9,6229	28	29,9380	47	50,2532	2	1,368598
10	10,6922	29	31,0073	48	51,3224	3	2,052897
11	11,7614	30	32,0765	49	52,3916	4	2,737196
12	12,8306	31	33,1457	50	53,4608	5	3,421495
13	13,8998	32	34,2149	51	54,5301	6	4,105794
14	14,9690	33	35,2842	52	55,5993	7	4,790093
15	16,0382	34	36,3534	53	56,6685	8	5,474392
16	17,1075	35	37,4226	54	57,7377	9	6,158691

Metrische und baierische Flüssigkeitsmafse.

Lit.	Mafs	Dkl.	Eim.	Mafs	Hkl.	Eim.	Mafs
1	0,9353	1	—	9,3526	1	1	29,5264
2	1,8705	2	—	18,7053	2	2	59,0527
3	2,8058	3	—	28,0579	3	4	24,5791
4	3,7411	4	—	37,4105	4	5	54,1054
5	4,6763	5	—	46,7632	5	7	19,6318
6	5,6116	6	—	56,1158	6	8	49,1582
7	6,5468	7	1	1,4685	7	10	14,6845
8	7,4821	8	1	10,8211	8	11	44,2109
9	8,4174	9	1	20,1737	9	13	9,7372

Baierisches und metrisches Fruchtmafs.

t.	Hektol.	Sch.	Hektol.	Hkl.	Sch.	Met.	Kll.	Sch.	Met.
1	0,37066	5	11,11988	1	—	2,70	1	4	2,98
2	0,74132	6	13,34386	2	—	5,40	2	8	5,96
3	1,11199	7	15,56784	3	1	2,09	3	13	2,94
4	1,48265	8	17,79181	4	1	4,79	4	17	5,91
5	1,85331	9	20,01579	5	2	1,49	5	22	2,89
1.	2,22398	10	22,23977	6	2	4,19	6	26	5,87
2	4,44795	11	24,46374	7	3	0,88	7	31	2,85
3	6,67193	12	26,68772	8	3	3,58	8	35	5,83
4	8,89591	13	28,91169	9	4	0,28	9	40	2,81

3) Grofsherzogthum Hessen.

Im Grofsherzogthum Hessen geschah es zuerst, dafs dem genehmen, aus den vielerlei Mafsen und Gewichten, nicht der einzelnen Provinzen und Städte, sondern auch für hiedene Gegenstände in den nämlichen Kaufläden, ersenden Uebelstande durch Einführung eines ganz neuen ms abgeholfen wurde, weil die Rectificirung eines bereits henden hier nicht genügte. Bei diesem mit grofser Umsicht vieler Sachkenntnifs zweckmäfsig ausgeführten Geschäfte n insbesondere (ohne öffentlich genannt zu seyn) die be-en Gelehrten Schleiermacher und Eckhardt thätig, en auf die mindest drückende Weise für die Austauig der alten Etalons gegen die neuen und liefsen nament-an den Rathhäusern aller bedeutendern Ortschaften ei-, in Zolle getheilte Ellen befestigen, damit jeder hier-die Rectificirung selbst vornehmen konnte; auch prüften berichtigten sie die in der Residenz niedergelegten primi-Muster[1]. Das neue System hielt so viel wie möglich Mittel zwischen den vielen bereits bestehenden, behielt

---

Die Angabe und Rechtfertigung des hierbei befolgten Verfah-nebst vielen schätzbaren Bemerkungen, findet man in einer klei-schrift: Gedrängte Uebersicht des frühern und jetzigen Zustan-es Maas- und Gewichtswesens in dem Grofsherzogthume Hessen. Manuscript zu officiellem Gebrauche gedruckt. Darmst. 1820. t allen denen, welche ein gleiches Geschäft unternehmen wol-rorzüglich zu empfehlen.

die für den praktischen Gebrauch so entschieden bequemen fortgehenden Halbirungen bei und schloſs sich dennoch sehr nahe an das metrische an[1]. Hiernach ist die Einheit des Längenmaſses der *Zoll* von 25 Millimetern, woraus der *Fuſs* zu 10 Zoll = 0,25 Metern oder 110,824 par. Linien und die *Klafter* von 10 Fuſs = 2,25 Meter zusammengesetzt worden ist. Die *Elle* enthält 24 solcher Zoll, weicht hiernach also von der sonst üblichen Gröſse von 2 Fuſs ab, schlieſst sich dagegen um so mehr an das metrische Maſs an, indem sie genau 0,6 Meter beträgt. Zum Flächenmaſse dient der in vier Viertel getheilte *Morgen* von 400 Quadratklaftern, welcher sonach 0,25 Hektaren gleichkommt. Am meisten vom metrischen Systeme abweichend ist das Brennholzmaſs, nämlich der *Stecken* von 100 Kubikfuſs, welcher 1,5625 Steren beträgt, oder 64 Stecken geben 100 Steren, also 1 Stere = 0,64 Stecken. Bei der genauen Uebereinstimmung dieser hessischen mit den metrischen Längenmaſsen scheint mir eine Reductionstabelle auf die metrischen Gröſsen überflüssig und ich beschränke mich daher auf die Vergleichung mit dem pariser Fuſsmaſse.

Hessisches und altfranzösisches Längenmaſs.

Lin.	par. Lin.	Zoll	Z.	Lin.	F.	F.	Z.	Lin.	= Fuſs
1	1,108	1	—	11,08	1	—	9	2,824	0,76961
2	2,216	2	1	10,16	2	1	5	5,648	1,53922
3	3,325	3	2	9,25	3	2	3	8,472	2,30883
4	4,433	4	3	8,33	4	3	—	11,296	3,07844
5	5,541	5	4	7,41	5	3	10	2,120	3,84806
6	6,649	6	5	6,49	6	4	7	4,944	4,61767
7	7,758	7	6	5,58	7	5	4	7,768	5,38728
8	8,866	8	7	4,66	8	6	1	10,592	6,15689
9	9,974	9	8	3,74	9	6	11	1,416	6,92650

1 Die in verschiedenen, bei der Einführung erlassenen Verordnungen enthaltenen Bestimmungen findet man vollständig in dem schon erwähnten Werke von Crelius S. 194.

Pariser und hessisches Längenmaſs.

Lin.	hess. Lin.	Z.	Z. Lin.	F.	F. Z. Lin.	= Fuſs
1	0,902	1	1 0,828	1	1 2 9,94	1,29936
2	1,805	2	2 1,656	2	2 5 9,87	2,59871
3	2,707	3	3 2,484	3	3 8 9,81	3,89807
4	3,609	4	4 3,312	4	5 1 9,74	5,19743
5	4,512	5	5 4,140	5	6 4 9,68	6,49679
6	5,414	6	6 4,968	6	7 7 9,61	7,79615
7	6,316	7	7 5,796	7	9 — 9,55	9,09550
8	7,219	8	8 6,624	8	10 3 9,49	10,39486
9	8,121	9	9 7,452	9	11 6 9,42	11,69422
10	9,023	10	10 8,280	10	12 9 9,36	12,99358
11	9,926	11	11 9,108	11	14 2 9,29	14,29293

Die Einheit des Gewichts ist das *Pfund*, welches genau ,5 Kilogrammen gleicht, in 32 *Lothe*, jedes zu 4 *Quentchen* theilt wird; selten rechnet man nach solchen *Richtpfenni*-n, deren 16 auf 1 Loth gehn, vielmehr wird letzteres für ine Wägungen in 10000 Theile getheilt. Dieses Pfund also, ren 100 auf 1 *Centner* gehn, ist das nämliche, als das in ankreich übliche und bereits oben erwähnte, auch auf glei-e Weise abgetheilte, indem 1 Gros genau 1 Quentchen be-igt. Eine Vergleichung dieses Gewichts mit dem metrischen für die Zehntausendstel des Lothes und alle Vielfache des undes überflüssig, für die Lothe und Quentchen aber ist in folgender Tabelle gegeben.

Hessisches und metrisches Gewicht.

Qt.	Gramm.	Lt.	Gramm.	Lt.	Gramm.	Lt.	Gramm.
1	3,90625	6	93,750	15	234,375	24	375,000
2	7,81250	7	109,375	16	250,000	25	390,625
3	11,71875	8	125,000	17	265,625	26	406,250
4	15,62500	9	140,625	18	281,250	27	421,875
Lt.	15,6250	10	156,250	19	296,875	28	437,500
2	31,2500	11	171,875	20	312,500	29	453,125
3	46,875	12	187,500	21	328,125	30	468,750
4	62,500	13	203,125	22	343,750	31	484,375
5	78,125	14	218,750	23	359,375	32	500,000

Metrisches und hessisches Gewicht.

Gr.	Quent.	Dkg.	Lt.	Quent.	Hkg.	℔.	Lt.	Qt.
1	0,256	1	—	2,56	1	—	6	1,6
2	0,512	2	1	1,12	2	—	12	3,2
3	0,768	3	1	3,68	3	—	19	0,8
4	1,024	4	2	2,24	4	—	25	2,4
5	1,280	5	3	0,80	5	1	—	0,0
6	1,536	6	3	3,36	6	1	6	1,6
7	1,792	7	4	1,92	7	1	12	3,2
8	2,048	8	5	0,48	8	1	19	0,8
9	2,304	9	5	3,04	9	1	25	2,4

Die Inhaltsmafse sind gleichfalls mit Beibehaltung der frühern Namen und Abtheilungen den metrischen angepaßt. Als Einheit gilt die *Mafs* von 4 *Schoppen*, welche genau 2 Liter enthält; 4 solcher Mafse geben 1 *Viertel* und 20 Viertel die *Ohm*, deren 10 auf ein *Fuder* gerechnet werden. Für Früchte ist das *Gescheid* der Mafs an Inhalt gleich und wird gleichfalls in 4 Theile, nämlich *Mäfschen* getheilt; 4 Gescheid geben 1 *Kumpf*, 4 Kumpf 1 *Simmer* und 4 Simmer 1 *Malter*, welche Gröfsen insgesammt zu den metrischen in einfachen Zahlen-Verhältnissen stehn.

Hessische und metrische Flüssigkeitsmafse.

Sch.	Lit.	Vi.	Lit.	Vi.	Lit.	Vi.	Hkl.	Ohm	Hkl.
1	0,5	1	8	8	64	15	1,20	3	4,8
2	1,0	2	16	9	72	16	1,28	4	6,4
3	1,5	3	24	10	80	17	1,36	5	8,0
Ma.	2	4	32	11	88	18	1,44	6	9,6
2	4	5	40	12	96	19	1,52	7	11,2
3	6	6	48	13	104	Ohm	1,6	8	12,8
4	8	7	56	14	112	2	3,2	9	14,4

Metrisches und hessisches Flüssigkeitsmafs.

it.	Mafs	Dkl.	Viert.	Hkl.	Ohm	Kll.	Ohm	Kll.	Ohm
1	0,5	1	1,25	1	0,625	1	6,25	10	62,50
2	1,0	2	2,50	2	1,250	2	12,50	11	68,75
3	1,5	3	3,75	3	1,875	3	18,75	12	75,00
4	2,0	4	5,00	4	2,500	4	25,00	13	81,25
5	2,5	5	6,25	5	3,125	5	31,25	14	87,50
6	3,0	6	7,50	6	3,750	6	37,50	15	93,75
7	3,5	7	8,75	7	4,375	7	43,75	16	100,00
8	4,0	8	10,00	8	5,000	8	50,00	17	106,25
9	4,5	9	11,25	9	5,625	9	56,25	18	112,50

Hessisches und metrisches Kornmafs.

Mä.	Lit.	Ge.	Lit.	Ku.	Lit.	Si.	Hkl.	Mal.	Hkl.	Mal.	Hkl.
1	0,5	1	2	1	8	1	0,32	2	2,56	6	7,68
2	1,0	2	4	2	16	2	0,64	3	3,84	7	8,96
3	1,5	3	6	3	24	3	0,96	4	5,12	8	10,24
4	2,0	4	8	4	32	4	1,28	5	6,40	9	11,52

Metrisches und hessisches Kornmafs.

Dkl.	Si.	Kum	Hkl.	Mal.	Si.	Kum.	Kll.	Mal.	Si.	Ku.
1	—	1,25	1	—	3	0,5	1	7	3	1
2	—	2,50	2	1	2	1,0	2	15	2	2
3	—	3,75	3	2	1	1,5	3	23	1	3
4	1	1,00	4	3	—	2,0	4	31	1	—
5	1	2,25	5	3	3	2,5	5	39	—	1
6	1	3,50	6	4	2	3,0	6	46	3	2
7	2	0,75	7	5	1	3,5	7	54	2	3
8	2	2,00	8	6	1	0,0	8	62	2	—
9	2	3,25	9	7	—	0,5	9	70	1	1

4) Grofsherzogthum Baden.

In den zum Grofsherzogthume Baden vereinigten Pro-
n waren gleichfalls eine unglaubliche Menge verschiede-
Mafse und Gewichte üblich, insbesondere solcher, die
Messen der Früchte dienen. Um der hieraus entstehen-

den Verwirrung überhoben zu seyn, bearbeitete M. F. Wu[1] in Gemäfsheit eines ihm gegebenen Auftrages, die bestehenden Mafse zu prüfen, einen ausführlichen Plan zur Einführung allgemeiner Mafse und Gewichte, die mit Beibehaltung der meisten gangbaren Namen und Eintheilungen den metrischen möglichst nahe kommen sollten. In Folge dieser Vorschläge wurde am 10. Nov. 1810 eine Verordnung bekannt gemacht, wonach die in jenem Entwurfe empfohlenen Mafse und Gewichte im ganzen Grofsherzogthume eingeführt werden sollten, allein der damals zugleich beginnende Krieg gegen Rufsland und andere Ursachen hinderten die Ausführung des Gesetzes. Es erschien aber unter dem 21. Aug. 1828 abermals eine Verordnung, wodurch die eben erwähnte erneuert und die Einführung des darin angegebenen Mafssystems mit dem Anfange des nächsten Jahres befohlen wurde. In der Ausführung zeigten sich zwar manche Schwierigkeiten, welche den bestimmten Termine etwas zu verlängern nöthigten, allein mit dem Schlusse des Jahres 1830 war das ganze Geschäft beendigt, dessen oberste Leitung unter Aufsicht des Ministeriums des Innern der Oberdirection des Wasser- und Strafsenbaues übertragen war. Da das ganze Mafssystem von dem metrischen entlehnt worden ist, so scheint man die höchst genaue Feststellung der Urmafse für überflüssig gehalten zu haben, indem die ersten Normalmafse von pariser Mechanikern verfertigt und zunächst von diesen entnommene in Carlsruhe, Mannheim und Freiburg niedergelegt wurden. Von diesen erhielten dann alle gröfseren Aemter ihren Eich-Apparat, wonach die legalen Mafse bestimmt werden[2].

Die Einheit der Länge ist der *Fufs* von 0,3 Meter Länge, welcher in 10 Zolle, der *Zoll* in 10 Linien, die *Linie* in 10 Puncte getheilt wird. 2 solche Fufs geben die *Elle*, 6 das *Klafter* und 10 die *Ruthe*. Unter den hierdurch gegebenen Flächenmafsen ist der *Morgen* Landes zu 400 Quadratruthen bestimmt, so dafs 100 Quadratruthen ein *Viertel*

1 Ueber allgemeines Maas und Gewicht aus den Forderungen der Natur, des Handels, der Polizei und der gegenwärtig noch üblichen Maase und Gewichte abgeleitet u. s. w. Freib. 1809. 2 Bde. 8.

2 Neue Maas- und Gewichtsordnung für das Grofsherzogthum Baden. Carlsr. u. Freib. 1829. 4.

n. Hieraus ergiebt sich also, dafs der Fufs = 0,3 Me-
= 132,9888 par. Linien, die Elle = 0,6 Metern = 265,9776
Linien oder 1 Fufs = 11 Z. 0,9888 Lin. par. Mafs ist,
Morgen Landes aber 0,36 Hektaren gleicht. Das Holz-
ist die *Klafter* von 6 Fufs Höhe, 6 F. Breite und 4 F.
e, beträgt also 144 Kubikfufs und gleicht 3,888 Steren.
Einheit des Gewichts ist das *Pfund* angenommen, wel-
genau 0,5 Kilogrammen gleicht und zehntheilig in Rech-
gen den *Stein* = 10 ℔., den *Centner* = 100 ℔. giebt,
ärts aber in *Zehnlinge*, *Centafs*, *Dekafs* und *Afs* getheilt
[1], für den Verkehr jedoch durch Halbirungen in *Mark*,
ling, *Halbvierling*, *Unze*, *Loth*, *Halbloth*, *Quentchen*,
quentchen und dann nach Vierteln in *Pfenning*, *Karat*,
n, *Gränchen* und *Richttheil*, so dafs die Mark 65536,
Pfund aber 131072 solcher Richttheile enthält. Dieses ist
bekannte, auf fortgesetzten Halbirungen beruhende Ein-
ung der Mark, welche allerdings wohl zur Vergleichung
chiedener Gewichte, selten oder niemals dagegen in Rech-
gen gebraucht worden ist und in dieser neuen Bestimmung ih-
Werth vollends dadurch verliert, dafs die hieraus hervor-
nden Richtpfennige dem Gehalte nach ganz andere sind,
die der eigentlichen Cölnischen Mark. Nach der Valvi-
nämlich verhält sich das neue badische Gewicht zu
in der Münze noch beibehaltenen Cölnischen Gewichte
100000 zu 93456. Eine Ausnahme von dem gesetzlichen
meinen Gebrauche des neuen Gewichts ist blofs bei der
ertigung der Recepte in den Officinen gestattet, indem
bei das bisher übliche sogenannte Apothekergewicht mit
r bekannten Abtheilung angewandt wird, welches sich
Handelsgewichte wie 365450 zu 510719 verhält. Die
maleintheilung ist dagegen vollständig beibehalten in den
r einander gleichen und nur verschieden benannten Hohl-
en flüssiger und trockner Substanzen, für welche die Mafs
Einheit gilt. Die Mafs enthält $\frac{1}{18}$ neubadische Kubikfufs
1,5 Kubik-Decimeter, also 1,5 Liter, wonach die Re-

1 Diese Eintheilung ist so wenig in Gebrauch, dafs man sie
all kaum dem Namen nach kennt, und es wird in der Regel nur
ganzen, halben und Viertel-Pfunden, dann nach Lothen, hal-
Lothen und Quentchen gerechnet.

duction auf das neufranzösische System leicht bewerkstelligt wird. Die Vielfachen und die Theile dieser Normalmaſse sind dann:

Früchte		Flüssigkeiten		Maſs
Zuber	=	Fuder	=	1000
Malter	=	Ohm	=	100
Malter	=	Stütze	=	10
Mäſslein	=	Maſs	=	1
Becher	=	Glas	=	0,1

Daneben sind für den praktischen Gebrauch bei Früchten die doppelte und halbe *Sester*, das doppelte und halbe *Mäſslein*, für Flüssigkeiten aber die halbe *Maſs*, die Viertelmaſs oder der *Schoppen* und der halbe Schoppen gestattet.

Alle diese Gröſsen stehn mit den metrischen in so ein-chem Verhältnisse, daſs es mir überflüssig scheint, beide zu leichtern Uebersicht tabellarisch zusammenzustellen; es findet dieses aber nicht statt zwischen dem badischen und dem alten pariser Fuſsmaſse, desgleichen zwischen dem badischen und metrischen Feld- und Holzmaſsen, weswegen ich hiervon Vergleichungen mittheile.

Badisches und pariser Längenmaſs.

Lin.	p. Lin.	Z.	Z.	Lin.	Fuſs	F.	Z.	Lin.	= Fuſs
1	1,330	1	1	1,299	1	—	11	0,99	0,92353
2	2,660	2	2	2,598	2	1	10	1,98	1,84707
3	3,990	3	3	3,897	3	2	9	2,97	2,77060
4	5,320	4	4	5,196	4	3	8	3,96	3,69413
5	6,649	5	5	6,494	5	4	7	4,94	4,61767
6	7,979	6	6	7,793	6	5	6	5,93	5,54120
7	9,309	7	7	9,092	7	6	5	6,92	6,46473
8	10,639	8	8	10,391	8	7	4	7,91	7,38827
9	11,970	9	9	11,700	9	8	3	8,90	8,31180

Pariser und badische Längenmafse.

Lin.	Bad. Lin.	Z.	Z.	Lin.	Fufs	F.	Z.	Lin. =	Fufs
1	0,7519	1	—	9,02	1	1	—	8,28	1,082798
2	1,5039	2	1	8,05	2	2	1	6,56	2,165596
3	2,2558	3	2	7,07	3	3	2	4,84	3,248393
4	3,0078	4	3	6,09	4	4	3	3,12	4,331192
5	3,7597	5	4	5,12	5	5	4	1,40	5,413990
6	4,5117	6	5	4,14	6	6	4	9,68	6,496788
7	5,2636	7	6	3,16	7	7	5	7,96	7,579585
8	6,0155	8	7	2,19	8	8	6	6,24	8,662383
9	6,7675	9	8	1,21	9	9	7	4,52	9,745181
10	7,5194	10	9	0,23	10	10	8	2,80	10,827979
11	8,2714	11	9	9,26	11	11	9	1,08	11,910777

Badische und metrische Mafse.

Mor.	Hekt.	Hkt.	Morgen	Kl.	Stere	Ste.	Klafter
1	0,36	1	2,7778	1	3,888	1	0,2571
2	0,72	2	5,5556	2	7,777	2	0,5143
3	1,08	3	8,3333	3	11,666	3	0,7714
4	1,44	4	11,1111	4	15,555	4	1,0286
5	1,80	5	13,8889	5	19,444	5	1,2857
6	2,16	6	16,6667	6	23,333	6	1,5429
7	2,52	7	19,4444	7	27,222	7	1,8000
8	2,88	8	22,2222	8	31,111	8	2,0572
9	3,24	9	25,0000	9	35,000	9	2,3143

5) Allgemeinere deutsche Gewichte.

Ein sehr allgemein nicht blofs in Deutschland, sondern ch in vielen andern Ländern Europas und noch weiterhin, rbreitetes Gewicht ist das sogenannte *Apothekergewicht* t seiner überall gleichen Eintheilung, nämlich

Pfund ℔.	Unze ℥.	Drachme ʒ.	Scrupel ℈.	Gran gr.
1	12	96	288	5760
	1	8	24	480
		1	3	60
			1	20

Dieses Pfund selbst stammt zwar ursprünglich von den mern her, wie bereits oben bei der Angabe der römischen wichte bemerkt worden ist, wird aber in den neuern Zeiten

meistens das *Nürnberger Silbergewicht* genannt, indem es von Nürnberg aus am meisten verbreitet wurde und sich eigentlich daselbst seit drei Jahrhunderten unveränderlich erhalten hat. Ungeachtet der Gleichmäfsigkeit seiner Eintheilung ist dasselbe jedoch nicht an allen Orten dem Gehalte nach gleich, ja wenn man auf die hierbei sehr wohl erreichbare Schärfe sieht, selbst an denen nicht, wo es gesetzlich gleich seyn sollte, weil die meisten im Handel von Nürnberg her erhaltenen Exemplare oder die ihnen nachgebildeten nicht mit der erforderlichen Genauigkeit abgeglichen sind. Weil jedoch diese letztern Abweichungen nur gering und selbst auch die Unterschiede des Medicinalgewichts in solchen Staaten, wo das eigentliche Nürnberger Gewicht nicht gesetzlich eingeführt worden ist, wohl aber die Eintheilung desselben besteht, von dem ächten Nürnberger nicht grofs sind, so wäre es allerdings sehr wünschenswerth, wenn durch allgemeine Uebereinkunft dieses Gewicht überall gleich gemacht würde, um namentlich bei wissenschaftlichen Bestimmungen gebraucht zu werden. Damit dieses anschaulicher werde, zugleich auch um eine in mehrfacher Hinsicht nützliche Erleichterung zu geben, theile ich eine tabellarische Vergleichung des ächten Nürnberger Medicinalgewichts und des metrischen mit und füge alsdann die mir bekannt gewordenen Abweichungen von dieser Norm in andern Staaten hinzu[1].

Wie schwer das eigentliche Nürnberger Medicinalgewicht sey, ist zu verschiedenen Zeiten vielfach untersucht worden. Inzwischen erwähne ich nur die neuesten Bemühungen um diese Aufgabe, nämlich von Eytelwein und Hauschild. Ersterer[2] prüfte ein vom Magistrate in Nürnberg selbst erhaltenes Normalpfund vom Jahre 1786 und fand dasselbe 357,8... Grammen gleich, letzterer[3] aber erhielt durch vielfache Vergleichungen und Prüfungen der genauesten Musterstücke ...

1 In dem grofsen metrologischen Werke von Friedrich Lenz, welches mir zu spät bekannt wurde, um es bei der Bearbeitung dieses Art. zu benutzen, befinden sich auch Tafeln der Medicinal- und Apothekergewichte aller Länder und freien Städte in Europa. Leipz. 1832. 4. Sie sind sehr vollständig und genau.

2 Vergleichung der in den königl. preufs. Staaten eingeführten Mafse und Gewichte. 2te Aufl. Berlin. 1810. S. 128.

3 Mafs- und Gewichtsbuch S. 60, 812 u. a. a. O.

igentliche Gröfse desselben = 357,854 Grammen, welche
röfse ich daher hier beibehalte.

Medicinal- und metrisches Gewicht.

Gr.	Milligr.	Gr.	Gramm.	ʒ.	Gramm.	℥.	Kilogr.
1	62,12743	14	0,869784	4	14,910583	9	0,2683905
2	124,25486	15	0,931911	5	18,638229	10	0,2982117
3	186,38229	16	0,994039	6	22,365875	11	0,3280328
4	248,50972	17	1,056166	7	26,093521	12	0,3578540
5	310,63715	18	1,118294	8	29,821167	lb.	0,3578540
6	372,76458	19	1,180421	℥.	29,821167	2	0,7157080
7	434,89201	20	1,242548	2	59,642333	3	1,0735620
8	497,01944	℈.	1,242548	3	89,463500	4	1,4314160
9	559,14687	2	2,485097	4	119,28467	5	1,7892700
10	621,27431	3	3,727646	5	149,10583	6	2,1471240
11	683,40174	ʒ.	3,727646	6	178,92700	7	2,5049780
12	745,52917	2	7,455292	7	208,74816	8	2,8628320
13	807,65660	3	11,182937	8	238,56933	9	3,2206860

Metrisches und Medicinal-Gewicht.

ʒ.	℈.	gr.	Dkg.	℥.	ʒ.	℈.	gr.	Hkg.	lb.	℥.	ʒ.	℈.	gr.
—	—	16,096	1	—	2	2	0,959	1	—	3	2	2	9,595
—	1	12,192	2	—	5	1	1,919	2	—	6	5	1	19,190
—	2	8,288	3	1	—	—	2,878	3	—	10	—	2	8,785
1	—	4,384	4	1	2	2	3,838	4	1	1	3	—	18,380
1	1	0,480	5	1	5	1	4,797	5	1	4	6	—	7,975
1	1	16,576	6	2	—	—	5,757	6	1	8	—	2	17,570
1	2	12,677	7	2	2	2	6,716	7	1	11	3	2	7,165
2	—	8,768	8	2	5	1	7,676	8	2	2	6	1	16,760
2	1	4,864	9	3	—	—	8,635	9	2	6	1	1	6,355

Die in den verschiedenen Staaten üblichen Medicinalge-
chte sämmtlich auf das metrische in ihren einzelnen Thei-
zurückzuführen scheint mir für den Plan unsers Werkes
viel Raum zu erfordern, indefs will ich von den haupt-
hlichsten den Werth des Pfundes in Grammen angeben und
Abweichung derselben von dem ächten Nürnberger oder
n eigentlichen Medicinalgewichte hinzufügen.

	Gramme.	Unterschied
Eigentl. Medicinalgewicht nach HAUSCHILD	357,85400	+ 0,00000
Dasselbe nach EYTELWEIN . . .	357,56686	— 0,28714
Französisches von 12 Unzen . .	375,00000	+ 17,14600
Englisches Troy-Gewicht . . .	373,23400	+ 15,38000
Wiener[1]	420,00890	+ 62,15490
Preufsisches	350,78360	— 7,07040
Schwedisches[2]	425,01040	+ 67,15640
Dänisches und Norwegisches . .	357,66878	— 0,18522
Russisches	357,84300	— 0,01100
Niederländisches	375,00000	+ 17,14600
Würtembergisches	357,64700	— 0,20700
Baierisches	360,00000	+ 2,14600
Grofsh. Hessisches	357,85400	+ 0,00000

Nicht ganz so allgemein, aber gleichfalls weit verbr[eitet] ist die sogenannte *Cölnische Mark* oder das Silbergew[icht]. Als nämlich lange vor der Reformation die Stadt und [das] Erzbisthum Cöln einer von den Hauptpuncten war, von [wo] aus nicht blofs in Handelssachen, sondern auch für Indul[gen]zen u. s. w. bedeutende Rimessen nach Italien gingen, [das] gemünzte Metall aber wegen mangelnder fester Münz[ordnung] keinen bestimmten Realwerth hatte, war es nothwendig, [ein] gewisses Gewicht zum Abwägen des Goldes und Silbers [fest]zusetzen, und dieses war die in Cöln befindliche Mark. [Be]kanntlich wurde diese auch später nicht blofs in Deutschland, sondern auch in verschiedenen andern Staaten bei den [Mün]zen als Einheit zum Grunde gelegt, und es läfst sich [die] hierbei statt findende Norm leicht überblicken, wenn man berücksichtigt, dafs namentlich in Deutschland die Einheit [der] Münzen im wirklichen oder nominalen Gulden (*Reichsgu[lden]*) gegeben worden ist, deren ein und ein halber den meisten nominalen, aber auch wirklichen Thaler (*Reichsthaler*) g[ibt]. Hieraus entstehn dann die verschiedenen sogenannten F[üfse], als der eigentliche *Reichs*- oder *Leipziger-Fufs*, wo[...]

---

1 Nach einer genauen Wägung einer Copie durch Casari [...] das Wiener Medicinal-Pfund 420,045 Gramme. Oben ist jedoch [die] im Texte befindliche Gröfse angenommen worden.

2 Vergl. Ann. of Phil. I. 457.

lark feines Silber (die Legirung von Kupfer wird nie ınet) zu 18 Gulden[1], der baierische oder Conventions- wonach sie zu 20 Gulden, der nominale (blofs in der lemünze reale) *rheinische Fufs*, wonach sie zu 24 Gul- und der *Graumann'sche* oder *preufsische Fufs*, wonach 21 Gulden ausgeprägt wird. Man sollte vermuthen, wichtiges Stück, als hiernach die Cölnische Mark war, sey öfster Sorgfalt aufbewahrt worden, aber man hatte ehemals iner solchen, der jetzigen Zeit eigenthümlichen pünctli- Genauigkeit keinen Begriff, und daher wurden haupt- :h erst neuerdings, seitdem Stadt und Gebiet Cöln den ischen Staaten einverleibt war, genauere Untersuchun- ber die ächte Cölnische Mark, wie schwer sie 1524 beim ge eines geregelteren Münzfufses gewesen seyn möge, an- t. Zur Vergröfserung der Ungewifsheit kam noch der nd, dafs Augsburg theils als Handels- und Wechsel- theils wegen des Verarbeitens und Münzens von Gold auptsächlich von Silber frühzeitig im Besitze der Cöl- n Mark war, welche unter dem Namen der *Augsburger* in verschiedene Münzorte überging. So wurde nament- ei dem in Augsburg 1761 und 1762 gehaltenen Münz- ionstage von Seiten des fränkischen, baierischen und ›ischen Kreises beschlossen, dem *österreichisch-baieri-* *Conventions-Münzfufse* beizutreten und 20 Gulden aus ıgsburger Mark zu münzen, die mit der Cölnischen für ch galt. Bei näherer Untersuchung fand man aber die Stadt befindlichen Muttergewichte nicht mit einander ıstimmend, konnte also auch nicht ausmitteln, welches ıte sey, und nahm daher bis zu weiterer, nachher aber gessenheit gerathener Untersuchung einen wohlerhalte- lbernen Richtpfennig aus dem Stadtarchive einstweilen ıtig an. Vorzüglich hat sich Eytelwein in den neue- lten um die Auffindung der ächten Cölnischen Mark be- dabei aber ganz unübersteigliche Hindernisse gefunden, sich kein Muttergewicht auffinden läfst, dessen absolute it verbürgt werden kann, die verschiedenen vorhan- iber weder unter sich, noch auch deren Theile mit den

---

[1] Dieser existirt noch wenig gangbar in den ehemaligen Han- ten, Meklenburger u. s. w. ⅔ Stücken oder Cassen-Gulden.

ich mich hierbei auf die Angaben von Chelius und Kelly welche die nähern Quellen benutzt und ächte Muster geprüft haben.

1) In Turin[2] ist das Längenmafs der *Piede liprando*, welcher in 12 Once, die Oncia in 12 Punti, der Punto in 12 Atomi getheilt wird und 0,513766 Metern gleicht. Der piede manuale von 8 Once gleicht 0,34251 Metern, die Pertica oder Ruthe zum Feldmafs gleicht 6,1652 Metern, die Giornata aber, von 100 Tavole, 38,0096 Aren. Als Gewicht dient die Libbra, deren 25 einen Rubbo geben, welche in 12 Once, die Oncia in 8 Ottavi, der Ottavo in 3 Denari, der Denaro in 24 Grani, der Grano in 24 Granotti getheilt ist und 368,8445 Grammen gleicht. Hierneben besteht die Libbra Medicinalgewicht, mit seiner gewöhnlichen Eintheilung in 12 Once, 8 Dramme, 3 Scrupoli und 20 Grani, =307,[illegible] Grammen; die Marca von 8 Once = 245,8963 Grammen. Als Flüssigkeitsmafs dient die Brenta, deren 10 ein Carro geben, die Brenta von 36 Pinte, die Pinta von 2 Boccali, der Boccale von 2 Quartini, und es gleicht die Brenta 49,2[illegible] Litern; als Fruchtmafs dient der Sacco von 5 Emine, die Emina von 8 Coppi, der Coppo von 24 Cucchiari, und es gleicht der Sacco 115,0278 Litern.

2) In Mailand[3] ist durch eine Verordnung vom [illegible] 1803 das französische Mafssystem mit italienischen Namen eingeführt worden, welches nach Kelly im Rechnungswesen gebraucht

---

1 Le Cambiste universel, ou Traité complet des Changes, Monnaies, Poids et Mesures cet. par Kelly, traduit et calculé sur [illegible] françoises sur la seconde édit. Augmenté etc. Par. 1823. II Vol. 4. Das Original, wovon seitdem schon die 3te Ausgabe erschienen ist, besitze ich nicht, auch habe ich mich nicht sehr darum bemüht, weil es ungeachtet seiner grofsen Autorität in England, indem die englische Consuln vom Gouvernement aufgefordert worden sind, dem Verfasser die genauesten Nachrichten zukommen zu lassen, doch in seinen Angaben nicht zuverlässig ist.

2 Die Angaben hierüber sind von Chelius entlehnt aus Saggio del nuovo Sistema metrico cet. di A. M. Vassalli-Eandi. Ed. [illegible] Torino 1806. 8.

3 Von Chelius entnommen aus Istruzione su le Misure e pesi, che si usano nel Regno d'Italia. (Von Oriani) ed. sec. Mil. 1806. 8.

d, während im gemeinen Leben das ältere beibehalten wor-
ist. Es genügt daher blofs, die italienischen Namen an-
ihren, nämlich Metro = Meter, Palmo = Decimeter, Di-
= Centimeter, Atomo = Millimeter; Libbra = Kilogramm,
ia = Hektogramm, Grosso = Dekagramm, Denaro = Gramm,
no = Decigramm; auch ist der Quintale = 100 Libbre.
gleiche Weise ist Soma = Hektoliter, Mina = Dekaliter,
a = Liter, Coppo = Deciliter.

3) Neapel hat ein in der neuesten Zeit revidirtes metro-
sches System, indem 1811 eine Commission zur Verglei-
ng der bestehenden Mafse und Gewichte mit den metri-
n eingesetzt wurde, bei welcher Cagnazzi hauptsächlich
ig war[1]. Hiernach beträgt der Palmo 0,26367 Meter und
ält 12 Once von 5 Minuti zu 2 Punti, die Canna aber
t 8 Palmi. Zum gewöhnlichen Wägen dient die Libbra
12 Once, die Oncia zu 30 Trappesi, der Trappeso zu
Acini, die Libbra = 320,759 Grammen; für schwerere
en dient der Rotolo = 890,997 Grammen und der Can-
von 100 Rotoli. Für Flüssigkeiten dient der Carro von
otti, die Botte zu 12 Barili, der Barile von 60 Caraffe.
Barile gleicht 43,6216 Litern, die Caraffa also 72,7027
ilitern, im Kleinverkauf hält sie jedoch nur 60,0419 Cen-
r und das Quarto Oelmafs 61,9534 Centiliter. Als Frucht-
dient der Tomolo von 4 Quarti, der Quarto von 6 Mi-
, der Tomolo = 55,234 Litern. Nach den Angaben in
ly's Werke zu schliefsen sind in Sicilien die nämlichen
e und Gewichte mit einigen Abweichungen der Theile
Vielfachen üblich.

4) Der Grofsherzog Leopold von Toscana schaffte durch
Gesetz vom 11. Juli 1782 alle Localmafse ab, bestimmte
gen die allgemein gültigen, liefs diese durch eine eigene
mission mit den metrischen vergleichen und Musterstücke
lben im Archive niederlegen[2]. Hiernach ist das gesetz-

Das bereits erwähnte Werk desselben: Ueber den Werth der
und Gewichte der alten Römer u. s. w. Eine in der Königl.
mie zu Neapel vorgelesene Abhandlung von Lukas de Samuele
zzi. Kopenh. 1828. ist von Chelius benutzt worden.

Von Zach monatl. Corr. Th. XXI. S. 226. Daraus verbessert in
us S. 147. 330.

liche Längenmafs der Braccio da panno = 0,58366 Metern, welche in 20 Soldi, der Soldo in 12 Denari getheilt wird; der Passetto hält 2 Bracci, die Canna 5. Das Pfund oder die Libra uniforme Toscana, welche als Handels-, Silber- und Medicinalgewicht gilt und 339,542 Grammen gleicht, hat 12 Oncie, die Oncia 24 Denari, der Denaro 24 Grani. Beim Apothekergewichte liegt zwischen diesen noch die Dramma von 3 Denari oder Scrupoli, deren also 8 auf eine Oncia gehen. Das Normalmafs für Flüssigkeiten ist der Barile, welcher beim Weine in 2 Mezzobarili, jeder zu 10 Fiaschi, der Fiasco zu 4 Mezzette, die Mezzetta zu 2 Quartucci getheilt wird und 45,584 Litern gleicht; beim Oele aber hat der Barile gleichfalls 2 Mezzobarili, jeden zu 8 Fiaschi, der Fiasco zu 4 Mezzette, und gleicht 33,4289 Litern. Das Fruchtmafs ist der Stajo von 2 Mine, die Mina von 2 Quarti, das Quarto von 8 Mezzette oder 16 Quartucci, der Stajo = 24,3[illegible] Litern.

5) Im Jahre 1811 untersuchte eine eigens ernannte Commission die römischen Mafse und Gewichte, und da sich Kelly[1] bei seinen Angaben auf die vom englischen Consul in Rom erhaltenen und von ihm selbst geprüften Mustermafse bezieht, so glaube ich seine Angaben als zuverlässig annehmen zu dürfen. Hiernach gleicht der Piede Romano 0,29[illegible] Metern, die Canna mercantile 1,99 Metern und wird in 8 Palmi oder 24 Parti getheilt, die Canna der Feldmesser dagegen gleicht 2,234 Metern, wird in 10 Palmi, der Palm in 12 Once, die Oncia in 5 Minuti oder 10 Decimi getheilt. Für den Handel, das Silber und die Medicinalwaaren ist nur einerlei Gewicht gebräuchlich, aber mit einigen abweichenden Eintheilungen. Das Handels- und Silbergewicht, die Libbra Romana, enthält 12 Once, 288 Denari oder 6912 Grani und gleicht 339,121 Grammen; es giebt ferner drei verschiedene Centner oder Cantaro, nämlich von 100 ℔., 160 und 25[illegible]. Das Medicinalpfund hat, wie in Florenz, 12 Once, die Oncia zu 8 Dramme oder 24 scrupoli oder 576 Grani. Für Flüssigkeiten dient gleichfalls der Barile, welcher beim Weine 32 Boccali und 128 Fogliette enthält und 58,3416 Litern gleicht. Halbirungen sind bei diesen Mafsen gleichfalls in Gebrauch.

1 A. a. O. S. 376.

l 16 Barili machen 1 Botta. Beim Oele enthält der Barile Boccali, 112 Fogliette und 448 Quartucci und gleicht 4806 Litern; aufserdem giebt es für den Verkauf im Gro- ı die Soma von 2 Pelli oder Mastelli, von 20 Cugnatelle l 80 Boccali, welche 164,23 Litern gleicht. Als Kornmaſs nt der Rubbio = 294,46 Litern, welcher in 4 Quarte, Scorzi und 88 Quartucci oder auch in 12 oder 16 Stari heilt wird.

l) Portugiesische Maſse und Gewichte.

Die portugiesischen Maſse und Gewichte, welche zugleich Brasilien gelten, sind von KELLY[1] mit groſser Schärfe und h geprüften Mustern angegeben worden, weswegen ich hier mittheile, da sie nicht selten vorkommen und das ge- nte kostbare Werk nicht weit verbreitet ist.

Das normale Längenmaſs für das ganze Königreich ist der *lmo de Craveira*, welcher in 8 *pollegadas*, jede von 12 *ias*, die linha von 10 *puntos* getheilt ist. Solcher 1,5 nos geben 1 *Pe* von 12 pollegadas, jede von der näm- en Abtheilung, und im Werthe 0,3285 Metern gleichend. Elle, *Vara*, gleicht 5 Palmos de Craveira oder 1,096 Me- , die Handelselle, *Covado*, soll eigentlich 3 Palmos hal- hält aber als avantejados (im guten Maſse) 24,75 polle- s oder 0,6771 Meter. Alle diese werden im Gebrauche Halbe und Viertel getheilt, und stellt man sämmtliche Län- maſse zusammen, so giebt dieses folgende Gröſsen.

raõs (Gerstenkörner neben einander)	=	1 dedo (Fingerbreit)
dedo	=	1 pollegada (Zoll)
ollegadas	=	1 palmo
palmo oder 12 pollegadas . . .	=	1 pe (Fuſs)
es oder 3 palmos	=	1 covado (Cubitus, Elle)
covados, 5 palmos, 40 pollegadas	=	1 Vara (natürlicher Schritt)
vara oder 60 pollegadas . . .	=	1 passo geometrico
passo geometrico oder 80 pollegadas	=	1 braça
$\frac{1}{1}\frac{1}{0}$ *braças*	=	1 estudio (Stadium)

1 A. a. O. Th. I. S. 272.

8 *estudios*	. . . .	= 1 milha (Meile)
3 *milhas* oder 28168 palmos	. . .	= 1 legoa (Art Lieue)
18 *legoas*	. . . .	= 1 grau (Grad im Meridian).

Das Feldmafs ist minder genau bestimmt und man berechnet den Inhalt gewöhnlich nach der Menge des erforderlichen Saatkorns. Am gebräuchlichsten ist die Quadrat-Vara und eine Fläche von 4840 Quadrat-Varas = 5,817 Decares heifst *Geira*.

Für alle Gegenstände, Silber, Medicinalwaaren und Handelsartikel, giebt es in Portugal nur einerlei Gewicht, aber mit verschiedenen Unterabtheilungen und Vielfachen. Das Handelsgewicht, *Arratel* (auch *libra*, Pfund) hat 2 *Marcos*, 4 *Quartas*, 16 *Onças*, 128 *Outavas*, 9216 *Graõs* und gleicht 458,92 Grammen. Ferner machen 32 *Arrateis* 1 *Arroba*, 4 Arrobas oder 128 Arrateis 1 *Quintal*, 13,25 Quintals oder [illegible] Arrobas 1 *Tonelada*. Das Quintal der Indischen Kammer hat aber nur 3,5 Arrobas oder 112 Arreteis. Das Silbergewicht ist die Mark, *Marco*, von 8 *Onças*, 64 *Outavas*, 192 *Escropulos*, 4608 *Graõs* und gleicht 229,46 Grammen; die Eintheilung ist also die nämliche, als beim Medicinalgewicht, ausgenommen dafs bei letzterm das Pfund 1,5 Marcos, also 12 Onças, 96 Outavas, 288 Escropulos und 6912 Graõs hat, mithin in der Eintheilung dem italienischen ganz gleich ist.

Das Hauptmafs für Flüssigkeiten ist der *Almude* von 2 *Potes*, 12 *Canadas* und 48 *Quartillos*, an Inhalt = 16,[illegible] Litern. Aufsteigend machen 18 Almudes 1 *Barril*, 26 Almudes 1 *Pipa*, 52 Almudes oder 2 Pipas 1 *Tonelada*. Für trockne Sachen ist das Hauptmafs der *Moyo* von 15 *Fanegas*, 60 *Alquires*, 240 *Quartos*, 480 *Oitavas* und 1920 *Selamins*, deren viele halbirt werden. Der Moyo ist so viel als 8,[illegible] Hektoliter, beide Inhaltsmafse sind jedoch nicht in allen Häfen gleich und ebenso gewifs nicht im ganzen Königreich, obgleich die hier angegebenen, zunächst für Lissabon geltenden Werthe die normalen oder gesetzlichen für das ganze Land sind.

m) Spanische Mafse und Gewichte.

Spanien hat ein sehr geregeltes Mafssystem, indem die Musterstücke in den Hauptstädten des Reichs niedergelegt

ieen davon aber durch das ganze Land verbreitet sind. Urmaſs für Längen ist in Burgos, für trockne Substan- in Avila, für Flüssigkeiten in Toledo, für Gewichte aber len Archiven der Cortes in Madrid. Hierneben giebt es noch verschiedene Provinzialmaſse, auch sind die für geltenden Copieen nicht überall völlig gleich, wie Kelly entlich bei der Prüfung der verschiedenen erhaltenen Ge- ite fand.

Die Einheit des Längenmaſses ist der Fuſs, *Pie de Bur-* von 12 *Pulgadas*, 144 *Lineas*, welcher 0,2826 Metern iht. Neben diesem ist in Gebrauch der *Palmo* von 9 adas oder 12 *Dedos*. Die Elle, *Vara*, hält 3 Pies oder lmos und gleicht also 0,8478 Metern; die *Braza* oder a hat 2 Varas, der *Passo* 5 Pies, der *Estadal* 4 Varas, *Cuerda* 8,25 Varas. Das Feldmaſs ist wenig geregelt und r sehr verschieden, meistens aber bestimmt man den Flä- inhalt der Felder nach Fanegas, jede zu 400 Quadrat- dales oder 6000 Quadrat-Varas, was dann 45,97 Aren hkommt. Als Gewichtseinheit ist die Mark zu betrachten, he die Cölnische seyn soll, auch *Marco de Burgos* (auch Castilische Mark) genannt wird und nach genauer Prü- der besten Copieen 230,043 Grammen gleicht. Es be- dann das Pfund Handelsgewicht, *Libra*, aus 2 *Marcos* 16 *Onças*, die Onça aus 8 *Ochavos* oder 16 *Adarmes* 576 *Granos*, und ist so viel als 460,086 Gramme; 25 as geben 1 *Arroba* und 4 Arroben 1 *Quintal*. Für Gold Silber dient gleichfalls die *Mark von Castilien*, welche Golde in 50 *Castellanos*, 400 *Tomines* und 4800 *granos*, Silber aber in 8 Onças, 64 Ochavos, 128 Adarmes, 384 ines und 4608 Granos getheilt wird. Das Medicinalge- t enthält im Pfunde 12 Onças und wie gewöhnlich wird Unze in 8 Ochavos, 24 *Escrupulos*, 48 *Obolos*, 144 *Ca- os* und 576 *Granos* getheilt.

Das Fundamentalmaſs für Flüssigkeiten ist die *Arroba* *Cantara*, und zwar für Wein durch das ganze König- die groſse Arrobe, nach dem Mustermaſse in Toledo ½ spanische Kubikzolle oder 34 Castilische Pfund Fluſs- er enthaltend, wonach sie also 16,073 Litern gleichzu- n ist. Sie wird eingetheilt in 8 *Azumbres* und 32 *Quar-* , 16 Arroben geben aber 1 *Moyo*. Von ihr unterscheidet

sich die kleine Arrobe für Oel, welche nach dem gleichfalls in Toledo befindlichen Mustermafse 966¾ spanische Kubikzolle oder 26 Pfund 9 Unzen reines Wasser enthalten soll, welches 25 Pfunden Oel und 12,63 Litern gleichkommt. Sie wird eingetheilt in 4 *Quartillos* und 100 *Quarterones* oder *Panillas*. Aufserdem giebt es in einigen Provinzen noch die *Botta*[1] von 30 Arroben Wein und 38,5 Arroben Oel, und die *Pipe* von 27 Arroben Wein und 34,5 Arroben Oel. Für trockene Sachen ist als Hauptmafs die *Fanega* anzusehen. Sie soll 4322,75 spanische Kubikzolle enthalten, ist also 0,55 Hektolitern gleich, wird in 12 *Celemines* und letztere in wiederholte Halbirungen getheilt; 12 Fanegas geben 1 Cahiz.

Eine Menge anderer Mafsbestimmungen, die sich namentlich in Kelly's Werke finden, glaube ich ganz mit Stillschweigen übergehn zu dürfen. Dahin gehören auch die durch Gosselin[2] mitgetheilten Angaben über die indischen und chinesischen Mafse und Gewichte, die ich jedoch um so weniger mittheile, als sie von den durch Kelly bekannt gemachten Bestimmungen sehr abweichen. Ungleich mehr Interesse haben die in den nordamericanischen Freistaaten eingeführten Mafsbestimmungen, welche noch obendrein kürzlich durch ein Gesetz genau bestimmt sind, jedoch vorläufig nur für den Staat New-York, während in den übrigen die wenig hiervon abweichenden englischen noch gültig sind. Nach diesem Gesetze[3] soll im ganzen Staate nur einerlei Mafs und Gewicht gültig seyn. Dieses hat als Fundamentalgröfse das am 4. Juli 1826 genau regulirte *Yard*, welches zum einfachen Secundenpendel nach den Messungen in Columbia-Colledge zu Newyork unter 40° 42′ 43″ N. B., auf den Meeresspiegel und den Schmelzpunct des Eises reducirt, mit einer messingnen Stange gemessen sich wie eine Million zu 1086141 verhält, und das Urmafs ist in der Verwahrung des Staats-Secretärs. Ganz nach der englischen Einrichtung enthält das

---

1 Botta ist aufserdem ein in Spanien sehr gebräuchlicher Name für ungleich grofse Flaschen aus einer Thierhaut mit einem verzierten Mundstücke.

2 Mém. de l'Inst. Roy. Acad. des Inscr. T. VI. Par. 1822. p. 148.

3 Mitgetheilt in Quarterly Journ. of Science, Liter. and Arts. Ser. Nr. VI. p. 319.

3 Fufs mit Duodecimal-Eintheilung, statt dafs das Yard
landel durch fortgesetzte Halbirungen getheilt wird. Die
e (*Rod*, *pole*, *perch*) hält 5 *Yards*, das *Furlong* 220.
Bestimmung des Flächeninhalts der Länder geschieht nach
en (*Acres*) von 16 Ruthen Länge und 10 Ruthen Breite,
160 Quadratruthen oder 4840 Quadrat-Yards, welches
ı einen englischen *Acre* ausmacht. Das Gewicht geht
Pfunde aus, dessen Gröfse so bestimmt ist, dafs 1 Ku-
fs Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit mit mes-
en Gewichten im leeren Raume gewogen genau 62,5
de wiegt. Ein solches Pfund wird in 16 Unzen getheilt,
ı also 1000 dem Gewichte eines Kubikfufses Wasser glei-
Dieses Pfund ist sehr genau das englische Avoir-du-
-Pfund. Als Normalmafs für Flüssigkeiten und nicht
ıfte trockne Substanzen dient der *Gallon*, welcher im
el des Meeres und bei mittlerem Luftdrucke gewogen
. Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit hält. Die
hier ausgehenden Mafse sind nach fortgehenden Halbirun-
ıbsteigend halber *Gallon*, *Quart*, *Pint*, halbe *Pint* und
und durch Verdoppelung aufsteigend *Peck*, halber *Bus-*
ınd *Bushel*, wonach letzterer 80 ℔. Wasser enthält. So-
dieser Bushel, als auch die Bestimmungen über seine
und das Aufhäufen für trockne Substanzen, welche auf
Weise gemessen werden, sind wie in England, doch
en die Sachen so hoch gehäuft werden, als sie zulassen.
igens ist alles Nöthige geschehn, um die Urmafse gehö-
ıufzubewahren, überall richtige Copieen zu haben und
ıförmiges Mafs und Gewicht gesetzlich zu unterstützen[1].

M.

Ein ausführliches Werk über Mafse und Gewichte ist: Le
steur, ou Traité complet des poids, mesures etc. par *F. Hortolan*.
s 1830. II voll. 8. Es ist jedoch meistens aus Kelly entlehnt
teht den Werken von Löhmann und Chelius weit nach. Aus-
chere Untersuchungen über Mafs und Messungen überhaupt, als
ıufgenommen werden konnten, finden sich in H. W. Dove über
und Messen oder Darstellung der bei Zeit-, Raum- und Ge-
ıbestimmungen üblichen Mafse, Mefsinstrumente und Mefsme-
n, nebst Reductionstafeln. Berlin 1835. 8. Dieses Werk wurde
rst nach der Vollendung dieses Art. bekannt.

Masse.

Wir verstehn unter Masse eines Körpers die Menge ner materiellen Bestandtheile und schreiben dem mehr bei gleichem Volumen zu, den wir für dichter, dessen perliche Theile als enger zusammengedrängt ansehn; aber es uns an einem directen Mittel fehlt, diese körperlichen ihrer Menge nach zu bestimmen, so bedienen wir uns Hülfsmittel, um die Gröfse der Masse kennen zu lernen. Körpern auf der Erde beurtheilen wir die Masse nach Gewichte und eine im luftleeren Raume angestellte oder bekannten Regeln von dem Einflusse des Abwägens in der Luft befreite Bestimmung des Gewichts sehn wir als die des Körpers angebend an, so dafs wir ein Pfund Gold ein Pfund Kork oder selbst ein Pfund Luft als gleich Masse enthaltend ansehn. Ganz sicher ist diese Gleichs nicht, indem gar wohl bei einer gleichen Menge der der eine Körper mehr, der andre minder von der Erde angezogen werden, so wie das Eisen mehr als jeder Körper von Magnet angezogen wird; aber da die Ges digkeit des freien Falles und die Bewegung des Pendels zu seyn scheint, der fallende Körper oder das Pendel aus noch so verschiedenartigen Materien, so haben jetzt keinen Grund, gegen diese Bestimmung Zweifel heben.

Etwas anders verhält es sich mit den Bestimmungen Masse der Planeten, diese lernen wir aus der Gröfse der von ausgeübten Anziehungskraft kennen, indem wir den annehmen, dafs die Attraction proportional der Masse sey, daran die Schlüsse knüpfen, die in Beziehung auf die von den begleiteten Planeten im Artikel *Gravitation*[1] angegeben den sind. Für diejenigen Planeten, welche keine Monde ist die Gröfse ihrer Einwirkung auf andere Planeten das zige Mittel, zu bestimmen, wie grofs ihre anziehende sey; diese Bestimmung ergiebt sich aus den Beobachtungen und es sollte nun die aus der Gröfse der anziehenden

1 Bd. IV. S. 1645.

gerte Masse gleich herauskommen, welche beliebige Stö-
en, die ein Planet, z. B. Jupiter, im Laufe des einen
des andern Planeten hervorbringt, man dabei zum Grun-
gen möchte. Diese Gleichheit scheint aber nicht statt zu
n, sondern die Attraction, welche Jupiter auf den Sa-
ausübt, scheint eine etwas andere zu seyn, als die, wel-
r auf Juno ausübt, und insofern scheint hier also die Be-
tung, dafs wir die Massenverhältnisse der Planeten ken-
nicht ganz zulässig, sondern die Attraction scheint von
lben Planetenmasse ungleich mächtig auf den einen und
len andern Planeten ausgeübt zu werden. Ein Beispiel
ieser Behauptung giebt Jupiter, dem man nach den Ab-
ngen der Bahnen seiner Monde eine Masse $= \frac{1}{1067,09}$
te beilegen zu müssen, der nach der Einwirkung auf Sa-
eine Masse $= \frac{1}{1070,5}$ zu haben scheint und dessen Masse
LAI[1] aus den Beobachtungen der Juno (mit welchen GAUSS's
suchungen über Pallas übereinstimmen), $= \frac{1}{1053,924}$
. Merkwürdig würde es hierbei seyn, wenn die zwi-
Mars und Jupiter laufenden Planeten sich als gleichar-
Beziehung auf diese Anziehung zeigten. Dafs eine sol-
ngleiche Anziehung einer Masse, ungleich wegen der
hiedenartigkeit der Körper, auf welche sie ausgeübt
nicht unwahrscheinlich sey, hat J. T. MAYER[2] schon
geäufsert.

B.

Materie.

Materia; Matière; *Matter*.

Materie ist nach der allgemeinsten Bedeutung des Wortes
sentliche Grundlage alles Vorgestellten. In diesem Sinne
nan: sich über gewisse Materien unterhalten, auch be-

Astr. Jahrb. 1826. S. 226. 1827. S. 137.

Comment. de affinitate chemica corporum coelestium. In Comm.
eg. Gott.

ruht hierauf der Unterschied der Materie und der Form. Der allgemeine Begriff gehört jedoch zunächst in die Philosophie und nicht speciell zur Physik, indem diese letztere Wissenschaft vielmehr von allem, was blofs vorgestellt und gedacht wird, ebenso wie von allem, was geistig ist, gänzlich abstrahirt, dagegen aber die Materien ganz eigentlich in den Bereich unserer Untersuchungen zieht. Hiernach ist nämlich die Materie der Inbegriff alles dessen, was sinnlich wahrnehmbar ist, was entweder an sich, oder durch seine Wirkungen, einen Eindruck auf die Sinne macht, mithin die objective Grundlage der gesammten Naturforschung, und wenn man zugesteht, dafs mit Ausschlufs alles dessen, was zur Geisterwelt gerechnet wird, keine Kraft selbstständig existiren kann, so bietet die ganze Natur oder die Körperwelt nur Materie mit verschiedenen ihr eigenthümlichen Kräften dar. Hierüber war man von jeher fast allgemein einverstanden, insofern namentlich jeder Körper für räumlich begrenzte Materie gehalten wurde. Inzwischen mufste es bald auffallen, dafs die äufsern Gegenstände gröfstentheils unaufhörlich Gestalt und Beschaffenheit wechseln, welches daher schon früh die Frage veranlafste, was denn die Materie an sich oder ihrem Wesen nach sey, wie sie ihren Ursprung, ihre Existenz, erlangt habe und welche Ursachen den mannigfaltigen Wechsel bei derselben bedingen mögen. Die Beantwortung dieser Fragen hat von den ältesten Zeiten eine Menge Untersuchungen veranlafst, durch welche jedoch bis jetzt noch kein anderes Resultat herbeigeführt worden ist, als die Ueberzeugung, dafs wir das eigentliche Wesen der Materie zu kennen und vielleicht überall zu erforschen aufser Stand sind. Je weniger fruchtbar daher alle die zahlreichen Speculationen bis jetzt waren, um so mehr kam man zu der Ueberzeugung, dafs es unnütz sey, so viele Zeit und Mühe darauf zu verwenden; man achtete sie weniger und richtete seine Aufmerksamkeit mehr auf die Erforschung der erkennbaren Naturgesetze, ja selbst die Geschichte der frühern Forschungen verlor viel von ihrem Interesse, und ich darf daher mit Zuversicht auf allgemeine Billigung rechnen, wenn ich auch hier nur die wichtigsten Elemente und die erforderlichen literarischen Nachweisungen zusammenstelle, ohne mich auf eine ausführliche Darstellung aller verschiedenen Meinungen einzulassen. Diesemnach wird es genügen, wenn ich zuerst ei

chichtliche Uebersicht der verschiedenen aufgestellten Hyhesen mittheile und demnächst angebe, was die bedeulsten Physiker der neuesten Zeit unter Materie verstehn[1].

1) Man darf im Allgemeinen annehmen, dafs die ältesten urphilosophen die in den verschiedenen Körpern, also h in der ganzen Aufsenwelt, vorhandene Materie als et- Gegebenes betrachteten, die Veränderungen der Dinge r gröfstentheils als eine Folge von Verdichtungen ansahn, em die einfache Grundlage der Körperwelt entweder das sser oder das Feuer oder eine dem letztern ähnliche ätheche Substanz seyn sollte. Die Perser und namentlich die gier hielten das Feuer für den Urstoff aller Dinge[2], die ier und Aegyptier das Wasser[3], und es ist wahrscheinlich, Thales von Milet (610 v. C. G.) seine bekannte Hyhese von letztern entlehnte[4], unter dessen Schülern jedoch on Anaximenes (550 v. C. G.) der Luft den Vorzug . Bald nachher stellte Anaxagoras (470 v. C. G.) die pothese der *Homoeomerieen* oder gleichartigen Theilchen ; am meisten Aufsehn aber erregte das System des Pythaas (550 v. C. G.), wonach die vier Stoffe, Feuer, Luft, sser und Erde, als Elemente aller Körper zu betrachten l, wenn man von demjenigen abstrahirt, was nach ihm die *nas*, *Dyas* u. s. w. und seine abstracten Zahlenbestimmunfür eine Bedeutung haben mögen. Die Lehre von den r Elementen hat sich bis zu den spätesten Zeiten herab eren und nur einige wenige nach ihm aufgestellte Hypotheverdienen eine kurze Erwähnung.

Heraklit (502 v. C. G.) und Xenophanes (480 v. C. G.) ben im Ganzen der Hypothese des Pythagoras getreu, er den Schülern des letztern aber scheint Empedokles (440 C. G.) noch feinere Elemente, als die genannten, ange-

1 Ausführlich über die ältern Systeme, dann aber hauptsächlich r die chemische Atomenlehre, wird gehandelt in: An Introduction he Atomic Theory, comprising a sketch of the opinions entered by the most distinguished ancient and modern philosophers i respect to the Constitution of Matter. By Charles Daubeny cet. , 1831.

2 P. Bayle Dict. Art. Matière.

3 Strabo L. XV. Diog. Laert. in Prooem.

4 Diog. Laert. Lib. II. Plut. de Plac. Phil. L. I.

nommen zu haben. Leucipp[1] (502 v. C. G.) war der erste, welcher höchst feine, verschieden gestaltete und ihrem Wesen nach verschiedene Atome, die den gesammten Raum erfüllen oder vielmehr darin zerstreut seyn sollten, als Grundlage aller Körper betrachtete, denen er dann eine geradlinige Bewegung beilegte, in Folge deren die gleichartigen sich vereinigen mufsten, während die heterogenen, insbesondere die leichtern, in weite Räume gelangten. Fast ein Jahrhundert später erweiterte Demokrit (420 v. C. G.) diese Hypothese, noch mehr aber Epikur (345 — 274 v. C. G.), welcher den Namen der *Atome* einführte, hierdurch die Untheilbarkeit und somit die Unveränderlichkeit dieser Elemente aussprach und ihnen zugleich eine Bewegung in verschiedenen Richtungen beilegte, weil ohne diese eine Vereinigung derselben unmöglich haft seyn mufste. Man hat dieses System mit Recht das atomistische genannt, indem seine Wesenheit hauptsächlich darauf beruht, dafs nach demselben die gesammten Körper durch das Zusammentreffen gleichartiger Theilchen in Folge ihrer ursprünglichen Bewegung gebildet werden und dafs die Beschaffenheit der Atome zugleich die Eigenschaften der daraus zusammengesetzten Körper bedingt. Die Hypothese von untheilbaren Körperelementen oder Atomen liegt übrigens so nahe bei der Sache und folgte so einfach und unmittelbar aus der Theilbarkeit der Körper, dafs Cudworth[2] sie mit Recht für älter hält, als die Zeiten des Leucipp und Epikur, und dafs sie diesen zugeschrieben wurde, beruht hauptsächlich auf der systematischen Form, worein sie dieselbe brachten. Aufserdem scheint Epikur sich hauptsächlich bemüht zu haben, die Eigenschaften der verschiedenen Körper auf die Gestalt der Atome zurückzuführen, ohne überall wirkende Kräfte anzunehmen, aufser der Schwere, welche jedoch von der ursprünglich ihnen eigenthümlichen Bewegung unabhängig seyn sollte.

2) Die Hypothese des Epikur fand vielen Beifall und wurde in erweiterter systematischer Gestalt durch Lucretius Carus[3] dargestellt, in einem mehr philosophischen Gewande

1 Diog. Laert. Lib. IX.

2 Systema intellectuale ed. Mosheim. Jen. 1733. fol. T. I p. 9.

3 De rerum natura. Ed. Wakefield. Lond. 1796.

ch Gassendi[1]. Am meisten Aufsehn erregte in den neue- Zeiten das System de Le Sage[2], nach welchem die Ma- aus Atomen besteht, die durch eine eigenthümlich mit n verbundene Potenz, einen gewissen ätherischen Stoff, egt werden. Nimmt man diese Hypothese, die aufser et- Prevost[3] kaum irgend einen Anhänger gefunden hat, in r ganzen Strenge, so werden alle Kräfte, wenigstens alle rüngliche oder Grundkräfte, aus der Natur verbannt; aber cheint mir überflüssig, selbst nur die Ideen des Le Sage die Anwendungen, welche er selbst und Prevost auf Naturerscheinungen davon gemacht haben, näher anzu- n.

3) Die Meinungen der ältesten Philosophen über das We- ler Materie findet man gröſstentheils in der Physik des totеles[4] angegeben, allein es ist schwer, in wenigen en zusammenzufassen, was dieser scharfsinnige specula- Philosoph selbst unter Materie verstand, indem seine Un- hungen über die Natur sich zu tief in das Gebiet der n Abstraction verlieren. Es war nämlich den ältern Phi- hen mehr darum zu thun, schulgerechte Schlüsse über e Principien aufzustellen, als die gegebene Natur bestimmt fassen und die Gesetze der Aufsenwelt aus ihr selbst zu hmen. So scharfsinnig daher auch alle die Sätze seyn , welche Aristoteles über Seyn und Werden, über ınd Raum, über das Begrenzte und Unbegrenzte, Bewe- und Ruhe, Dichtes und Leeres aufstellte, so zeigt sich auffallend, dafs er das eigentliche Wesen der Materie erfafst hatte, indem er die vier Elemente, Feuer, Luft, r und Erde, als Grundlage aller Körper annahm. Dieser e Satz war daher die Hauptsache, welche die spätern

Syntagma philos. Epicuri. Opp. T. III. Lugd. 1658. fol.

Lucrèce Newtonien in Nouveaux Mém. de l'Acad. Roy. de 1782. p. 404. De l'origine des forces magnétiques par Pre- enev. 1788. T. I. chap. 2.

Deux Traités de physique mécanique publiés par P. Prevost, simple éditeur du premier (von Le Sage) et comme auteur du Genève et Par. 1818. 8.

Am vorzüglichsten hierüber ist: Aristoteles Physik. Ueber- ad mit Anmerk. begleitet von C. H. Weisse. Leipz. 1829.

Anhänger dieses philosophischen Systems aus demselben in die Erklärung der Naturgesetze übertrugen, nachdem Pyrrho (336 v. C. G.) alle objective Realität geleugnet hatte und die spätern Scholastiker sich in spitzfindige Streitigkeiten verwickelten, unter denen die der Realisten und Nominalisten mit gröſster Heftigkeit geführt wurden. Ein Hauptsatz der scholastischen Naturphilosophie ist ferner die Zusammensetzung aller Körper aus materiellen Theilchen, die mit gewissen Kräften (ποιότητες von ποιεῖν machen, bewirken) begabt seyn sollten, welche Cicero[1] *qualitates* nannte und die Scholastiker für verborgene, unbekannte (*occultas*) ausgaben, weil das Wesen derselben ebenso wenig als das der Materie ergründet werden kann. Man begreift bald, daſs es gar nicht schwer seyn kann, alle vorkommende Erscheinungen zu erklären, wenn man sie auf solche unbekannte Kräfte zurückführt.

4) Die naturphilosophischen Untersuchungen beginnen eine neue und wichtige Epoche mit Cartesius. Ist nach ihm der Mensch völlig frei von aller positiven Erkenntniſs, so ist er beim Anfangen seines Bewuſstseyns zur Ueberzeugung von seiner Existenz als der eines denkenden Wesens gelangt (*cogito, ergo sum*) und somit sich selbst von der Auſsenwelt, das Geistige vom Körperlichen oder Materiellen unterscheidend, indem ihm jenes als einfach, dieses als zusammengesetzt erscheint. Man hat seinem Systeme wegen des Gegensatzes zwischen Geist und Materie den Namen des *Dualismus* gegeben. Die Materie besteht nach Cartesius aus Atomen, die an sich und ihrem Wesen nach zwar untheilbar sind, dem Begriffe nach aber als theilbar vorgestellt werden können, weil sie ausgedehnt seyn müssen. Ihm ist nämlich die Ausdehnung eine so wesentliche Bedingung der Materie, daſs er die Existenz und selbst die Möglichkeit eines leeren Raumes gänzlich leugnet, indem der Raum erst durch die Ausdehnung der Materie gegeben wird, mit der Wegnahme der letztern aber bloſs eine Negation bleibt, die dann unmöglich etwas Reelles, etwas Wirkliches seyn kann.

Cartesius[2] war in einem hohen Grade atomistischer

1 Qu. Acad. I. 7. De nat. Deor. II. 37.

2 Principia philosophiae. In Opp. Amst. 1692. IV vol. 4. Ueber die Meinungen der ältesten Philosophen, über das Sy

ph. Nach ihm bestand alle Materie anfänglich aus gleich sen Theilchen, allein durch ihre Bewegung und Reibung einander wurden sie ungleich und bildeten im Allgemei- drei unterschiedene Classen. Die feinsten Partikelchen den am weitesten in gerader Richtung fortgeschleudert und eten die Sonne nebst den Fixsternen, die nächst gröbern noch theilbaren bewegten sich in schiefen Bahnen und ten zur Bildung des Himmels und der Wirbel, die gröbern ich, zur Bewegung minder geeigneten und verschieden lteten, mufsten sich vereinigen und die Erde nebst den eten und Kometen erzeugen. Obgleich aber unsere Erde diesen gröbern Theilen der dritten Classe hauptsäch- zusammengesetzt ist, so enthält sie doch in ihrem In- und auf ihrer Oberfläche noch eine Menge der feinern, hr ohnehin von der Sonne stets zuströmen. Cartesius sogar so weit, dafs er die Eigenthümlichkeiten des Feuers, Wassers und selbst zusammengesetzter in ihren Eigen- ten sehr verschiedener Körper aus seiner Hypothese von drei ungleich feinen Elementen zu erklären versuchte[1]. Elemente sind zwar im eigentlichen Sinne Atome, un- eiden sich jedoch von denen der ältesten Philosophen tlich darin, dafs sie noch theilbar sind, sich nicht im Raume befinden, an sich keine Schwere haben, son- diese erst durch ihre Lage und Bewegung gegen einan- rhalten, und dafs ihre Vereinigung zu den verschiedenen rn nach ganz andern Gesetzen erfolgt. Wie wenig übri- diese blofs hypothetischen Fictionen mit den Erschei- n in der Natur übereinstimmen, fällt ohne Weiteres von in die Augen.

) Als ein Gegner des Cartesius kann Robert Boyle[2] htet werden. Nach diesem liegt allen Körpern nur eine dieselbe ausgedehnte theilbare und undurchdringliche Ur- e zum Grunde und die Verschiedenheiten, welche wir ehmen, sind Folgen der ungleichen Gröfse, Gestalt, der , der Bewegung und der gegenseitigen Lage, wonach es

---

ius und die Einwürfe seiner Gegner handelt ausführlich Colini aurini expositio philosophiae Newtonianae. Lib. I.

Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1242.

On the usefulness of experimental philosophy. Oxf. 1671. 4.

also überall keine unveränderlichen Elemente giebt. Bou
berief sich hierbei auf Resultate der Erfahrung, die er dur
verschiedene Versuche erhalten haben wollte, und legte über-
haupt der empirischen Forschung einen gröſsern Werth bei
als der speculativen; allein schwerlich können jene zu
Folgerung berechtigt haben, daſs es überall keine unveränder-
liche Materie gebe. Diesem entgegengesetzt war Wood-
ward's[1] Meinung. Nach diesem war die vom Schöpfer ge-
schaffene Materie ursprünglich verschieden und wurde sogleich
nach ihrem Entstandenseyn in verschiedene Arten von Kör-
perchen getheilt, die hinsichtlich ihrer Bestandtheile, Schwere,
Härte, Elasticität und selbst der äuſsern Gestalt unterschieden
waren, aus deren vielfachen Verbindungen dann die große
Menge der mannigfaltig sich unterscheidenden Körper hervor-
ging.

6) Newton[2] hält sich in seiner Naturphilosophie zu
möglichst weit von aller bloſs metaphysischen Speculation ent-
fernt, allein im Ganzen geht aus seinen Darstellungen unver-
kennbar hervor, daſs nach ihm die Materie aus verschiedenen
kleinen Theilchen oder Atomen besteht, ohne jedoch über de-
ren Ursprung oder eigentliche Beschaffenheit irgend ein Ur-
theil auszusprechen. Was er hierüber sagt, ist meistens als
Frage in seiner Optik enthalten, also überall nicht einmal
dogmatischer Satz ausgedrückt, inzwischen führen hierauf
bekannten Behauptungen, daſs die Gravitation der Menge ma-
terieller Theilchen in einem Körper proportional sey und
überhaupt die bewegende Kraft durch die Masse bestimmt
werde. Hiernach muſs man den Atomen Ausdehnung, Un-
durchdringlichkeit, Härte und Trägheit, als allgemeine Eigen-
schaft aber die Attraction beilegen, auch streitet Newton's
System gegen den vollen Raum des Cartesius und dessen
schen Begriff, daſs Ausdehnung und Materie einerlei sey,
sich jedoch auf eine Erklärung über das eigentliche Wesen
der Materie und der ihr eigenthümlichen Anziehungskraft
zulassen.

---

1 An Essay towards the natural history of the Earth. Lond.
1733. 8.

2 An verschiedenen Stellen in seinen Werken, namentlich
ce ed. Clarke. p. 327. Vergl. Colini Mac-Laurini Expositio philoso-
phiae Newtonianae. Lib. II. seq.

Der grofse Beifall, womit die Philosophie des Cartesius
;enommen wurde, mufste eine gewisse Art der Ueberzeu-
g herbeiführen, als ob die Natur der Dinge an sich mit
tansetzung der Erfahrung durch blofse Speculation erkannt
den könne. Weil aber die Resultate der abstracten Spe-
tion mit den Ergebnissen der sinnlichen Wahrnehmungen
t übereinstimmten und die blofse Betrachtung der Natur-
er ihr eigentliches Wesen nicht zu enthüllen vermochte,
ührte dieses zum Idealismus, welcher daher dem Systeme
Des Cartes unmittelbar folgte. Malebranche[1] stellte
Satz auf, dafs die sinnlichen Anschauungen auf einem
en Scheine beruhten, alle unsere Vorstellungen aber nur
n seyen, die durch die Gottheit im Menschen hervorge-
ht würden, ja der Glaube verstatte selbst die Existenz al-
Dinge, aufser Gott und den Geistern, zu leugnen, die
aber existire nur durch Gott und sey unmittelbar mit
verbunden. Berkeley[2] machte diesen Idealismus noch
demonstrativ und zeigte, dafs man selbst den Gegenbe-
nicht aufstellen könne, als ob hiernach aufser dem Men-
gar nichts existire, was die Sinneseindrücke erzeuge,
n die göttlichen, auf unsern Geist einwirkenden Ideen
lich aufser uns vorhanden seyen. Noch weiter gingen
oza[3] und Hume. Nach ersterm ist die Gottheit überall
unendliche Denkkraft, aus welcher alle geistige Thätig-
n unmittelbar und alle körperliche Erscheinungen durch
ehnung hervorgehn. Nach Mendelssohn[4] ist daher Spi-
's Welt oder vielmehr Gott das nämliche Weltideal, wel-
z. B. nach Plato vor dem Anfange aller Dinge als ein
im göttlichen Verstande vorausgesetzt wird. Hume's Sy-
leugnet sogar alle Substanzen, Objecte und wirkliche
e und läfst die ganze geistige und materielle Welt aus ei-
Menge und Reihenfolge vorübergehender Erscheinungen
hn, aus einem Wechsel, worin nichts ist, das stets das-

De la recherche de la vérité. 7me éd. à Paris 1721. II. T. 4.
II. L. III. ch. 1.

Treatise concerning the principles of human knowledge. Dialo-
between Hylas and Philonous.

Opp. ed. H. E. G. Paulus. Jen. 1802. II voll. 8.

Philosophische Schriften. Th. I. Gespr. 2.

selbe bliebe. So leicht es übrigens scheint, die Realität der Objecte auſser uns dem Zweifler fühlbar zu machen, so überzeugt man sich doch bald, daſs die Lebendigkeit der Phantasiegebilde und der Traumgestalten diesem ein unübersteigliches Hinderniſs entgegenstellen.

7) Daſs sich neben dem Idealismus auch der alles rein Geistige leugnende Materialismus erhob, läſst sich schon aus der allgemein bekannten Tendenz des menschlichen Verstandes vermuthen, von einem nicht befriedigenden Extreme sofort zu dem gerade entgegengesetzten überzugehn; inzwischen werden die Aeuſserungen desselben nicht so offenkundig, weil sie gegen die Begriffe vom Wesen der Gottheit, der menschlichen Seele und deren Unzerstörbarkeit anstoſsen. Leibnitz[1] suchte die widersprechenden Systeme durch seine *Monadologie* zu vereinigen. Die Argumente der Idealisten, daſs der aus unserm Selbstgefühle entstandene Begriff der Existenz nur auf geistige Wesen, wie wir selbst sind, übergetragen werden könne und daſs unsere Vorstellungen von Materie sich daher am Ende in einen bloſsen Begriff von Erscheinungen und Eigenschaften auflösen, schienen ihm gewichtig genug, um die wirkliche Existenz ausgedehnter Atome zweifelhaft zu machen, insbesondere da sie nach Cartesius zwar in der Wirklichkeit untheilbar, unserer Vorstellung nach jedoch noch theilbar seyn sollten. Diesemnach nahm er die Ausdehnung selbst mit allen sinnlichen Eigenschaften für einen bloſsen Schein, der aus einer verworrenen Vorstellung einfacher Substanzen entstehe. Nach ihm liegen daher allen Dingen *Monaden* zu Grunde, die den geistigen Wesen ähnlich als Vorstellungskräfte zu betrachten sind und deren jede ihre bleibende Grundbestimmung hat. Die ganze Welt besteht also aus einer stetigen Reihe solcher Monaden, deren Beschaffenheit und Grad sehr verschieden ist, insofern sie stufenweise von den gröbern und unvollkommenern zu den feinern und vollkommenern übergehn. Grundlage der Materie sind hauptsächlich die gröbern, gleichsam schlafenden, ähnlich der Seele im Schlafe nur der dunkelsten Perceptionen ohne Bewuſstseyn fähig. Die wachenden dagegen sind geistiger Natur und steigen in [illegible]

1 Princ. philos. in Opp. ed. Lud. Dutens. Genev. 1768. [illegible] 4. T. II.

Reihe von der niedrigsten bis zur höchsten Geisterart auf.
vollkommenste aller wirklichen und denkbaren Vorstell-
ſte, die höchste Monade, ist die Gottheit, welche sich alle
gliche Substanzen mit ihren Accidenzen und Verhältnis-
auf das Deutlichste in und durch sich selbst und ohne
bildende Aufsendinge vorstellt[1].

Nachdem die Newton'sche Physik, in ihren Hauptsätzen
r die Cartesische Wirbeltheorie triumphirend, stets mehr
gang und ungetheilteren Beifall fand, verwiesen die Phy-
r den Streit über das Wesen der Materie in das Gebiet
speculativen Philosophie, wo man sich jedoch mit diesem
enstande gleichfalls nicht lebhaft beschäftigte. Die Physi-
dagegen nahmen die Materie als das Gegebene, die Grund-
der Körperwelt Ausmachende an, waren dabei im Gan-
Anhänger der Atomistik, indem sie untheilbare Elemente
Körper und leere Zwischenräume als existirend betrachte-
und einige neigten sich sogar zu der Hypothese von den
Elementen der Peripatetiker hin, wie unter andern La-
k[2], welcher noch die verglasbare Erde hinzusetzte und
Verschiedenheit der Körper aus einer quantitativen Un-
hheit der Mischung dieser Elemente erklärte. Nicht zu
nen, dafs verschiedene feinere ätherische Stoffe, als schwef-
, ölige und sonstige Dünste, ohne genügend prüfende
ide unter die Zahl der materiellen Stoffe aufgenommen
den. Man schien in einer langen Periode kaum geneigt,
speculativen Untersuchungen über das Wesen der Mate-
eine vorzügliche Aufmerksamkeit zu widmen, weswegen
wichtigste, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ge-
hte Versuch dieser Art in Deutschland kaum, desto mehr
in England beachtet wurde.

8) Roger Joseph Boscovich nämlich verdient in Bezie-
g auf sein System über das Wesen der Materie nach Car-
us und Leibnitz den dritten Platz einzunehmen und es
rliegt wohl keinem Zweifel, dafs sein System die dieser
en Vorgänger übertrifft und auch an sich eine vorzügliche

---

1 Vergl. Hansch Principia philos. Frc. et Lips. 1728. 4. A. G.
garten über Leibnitzen's Monadologie. Halle 1738. 8.

2 Mém. de Physique et d'histoire naturelle. Par. an V. Voigt
Th. I. St. 4. S. 59.

Aufmerksamkeit verdienen würde, wenn der gegenwärtige Standpunct der Physik nicht alle solche rein speculative Untersuchungen als überflüssig zurückwiese, weil die ungetheilte Aufmerksamkeit bloſs darauf gerichtet ist, zuvor erst die nächsten Naturgesetze aufzufinden. Mit Grunde muſs man nämlich jede Bemühung, das Wesen der Materie im Allgemeinen zu ergründen, so lange gänzlich zurückweisen, als noch nicht unwidersprechlich entschieden ist, ob es nur eine oder zwei elektrische Materien giebt, ob diese mit dem Magnetismus identisch oder davon verschieden ist, ob die Lichterscheinungen auf Vibrationen oder auf der Emanation eines Lichtäthers beruhn u. s. w. Aus diesem Grunde ist es auch keineswegs der Mühe werth, jenes System in gröſserem Umfange zu kennen, und es genügt vielmehr, die Hauptsache desselben kurz anzugeben. Boscovich[1] verwarf die Atome, als kleine absolut harte und undurchdringliche Elemente, ungefähr aus folgenden Gründen. Dieselben werden sich, um einen Körper zu bilden, entweder berühren oder nicht. Findet das Letztere statt, so kann kein Körper entstehn, sondern man behält stets kleine discrete Atome; nimmt man dagegen das Erstere an, so findet kein Eindringen einer Materie in eine andere statt, weil die vereinten absolut harten und undurchdringlichen Atome einen mit diesen Eigenschaften gleichfalls begabten Körper bilden müssen. In Beziehung auf die Monaden deutet er an, daſs diese, wenn sie aus dem Bereiche des Geistigen heraustreten und zur Basis wirklicher Körper werden, nicht füglich etwas anderes als Atome seyn können. Nach ihm besteht daher die Materie aus physischen Puncten[2], welche zu klein sind, als daſs sie an sich Ge-

1 Sein System ist enthalten in mehrern Dissertationen, namentlich: De viribus vivis 1745; de lumine 1748; de lege continuitatis 1754; de lege virium in natura existentium 1755; de divisibilitate materiae et principiis corporum 1757; vollständig in Philosophiae naturalis Theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium. Auct. Pat. R. J. Boscovich. Viennae 1759. 4.

2 Boscovich unterscheidet p. 68. zwischen einem mathematischen und physischen Puncte. Punctum mathematicum est, cuius nulla pars est; physicum punctum habet proprietates reales vis inertiae et virium illarum activarum, quae cogent duo puncta ad se invicem accedere, vel a se invicem recedere, unde fiet, ut, ubi satis [illegible]

ften haben könnten, also bloſse Träger der zwei ihnen ei-
thümlichen Kräfte der Anziehung und Abstoſsung, welche
ären von ungleicher Ausdehnung um sie bilden und daher
Vereinigung zu den verschieden gestalteten Körpern be-
gen. Diese Kräfte durchdringen sich auf mannigfaltige
ise, indem es gar nicht gegen die Grundsätze der Mecha-
streitet, mehrere Kräfte an einem Orte vereint zu den-
, die sich einander das Gleichgewicht halten oder über-
den. Wenn daher irgend ein Körper mit hinlänglicher
chwindigkeit bewegt wird, oder ein hinlänglich groſses
hanisches Moment hat, um die Repulsionskraft eines an-
, in seiner Bahn befindlichen, zu überwinden, so wird er
en ohne Schwierigkeit durchdringen. Daſs diese Hypo-
e mit den Gesetzen der Mechanik in keinem Widerspru-
stehe, vielmehr dieselben sehr consequent erkläre, zeigt
COVICH umständlich und zugleich wendet er sie auch zur
ärung verschiedener anderer Naturerscheinungen an. Ist
. die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers ausneh-
d groſs, so werden die Theilchen des durchdrungenen
pers gar nicht in Bewegung kommen, ist sie aber etwas
ger, so werden sie in starke Bewegung versetzt, wovon
Erhitzung bis zur Entzündung die Folge seyn kann; ist
endlich sehr gering, so findet gar keine Durchdringung

Es ist schon bemerkt worden, daſs dieses System in Deutsch-
kaum Beachtung fand. Die Ursache hiervon scheint mir
n zu liegen, daſs die kritische Philosophie zunächst sich auf
nige beschränkte, was durch LEIBNITZ und WOLF ge-
hn war, und man nach so vielen miſslungenen Versuchen
vorzügliches Interesse mehr daran fand, die Speculatio-
über das eigentliche Wesen der Materie fortzusetzen, in-
die Bemühungen vielmehr auf das Praktische gerichtet
n. Die Physik suchte hauptsächlich dasjenige weiter zu
beiten, was durch NEWTON gegründet worden war, wobei
sich die Aufmerksamkeit vorzüglich durch die groſse Zahl
Versuche gefesselt wurde, wozu vorzugsweise NOLLET

---

gana nostrorum sensuum, possint in iis excitare motus, qui pro-
i ad cerebrum perceptiones ibi eliciant in anima, quo pacto
bilia exunt, adeoque materialia et realia, non pure imaginaria.

Veranlassung gab. Bald nachher gelangte aufserdem de Luc zu grofsem Ansehn und wurde neben den an Thatsachen reichen Classikern, Hawksbee, s'Gravesande, Musschenbroek und Desaguliers, vorzugsweise studirt. Alle diese waren aber strenge Newtonianer; und namentlich kannte de Luc[1] die Theorie von Boscovich anscheinend nicht aus seinen Schriften selbst, sondern nur durch Priestley, und führte zu deren Widerlegung an, dafs eine Kraft, die sich auf einen mathematischen Punct bezieht, Wirksamkeit ohne Substanz und also ein leerer Ausdruck sey. Man müsse den Wirkungskreisen doch auf jeden Fall Ausdehnung geben, und indem dann ein Wirkungskreis den andern verdränge und die einmal mitgetheilte Bewegung fortsetze, so komme man doch allemal wieder auf undurchdringliche und träge Materie zurück. Endlich lasse sich die Art und Weise, wie durch Materie Eindrücke auf den denkenden Geist erzeugt würden, auf diese Weise nicht erklären, vielmehr könne es nicht blofs Substanzen, sondern müsse auch Eigenschaften der Materie geben, die nicht in die Sinne fielen, über die wir daher gar kein Urtheil hätten, vermittelst deren jedoch eine Einwirkung des Materiellen auf das Geistige statt finden könne. Diese letztere Auskunft ist übrigens sehr ungenügend und sagt eigentlich weiter nichts, als es möge wohl eine unbekannte Ursache geben, welche diese Wirkung hervorbringe. Dafs die Theorie Boscovich's in Frankreich nur wenig bekannt wurde, unterliegt wohl keinem Zweifel, aber es ist sogar fraglich, ob man sie dort überall kannte, wenigstens wird sie in der *Encyclopédie méthodique*, in der Physik von Brisson und in andern gröfsern Werken gar nicht erwähnt.

Desto gröfsern Beifall erhielt dieses System in England. Schon Michell soll nach Priestley's[2] Erzählung ein Anhänger desselben gewesen seyn oder eine diesem ähnliche Hypothese aufgestellt haben, aber Priestley[3] selbst bekennt sich als Anhänger desselben. Nach ihm ist es unzulässig, die Materie für eine absolut harte, träge und Widerstand leistende Substanz anzusehn, vielmehr gehören attractive und repulsive

1 Physische und moralische Briefe. Th. I. S. 88 ff.

2 Geschichte der Optik. Ueb. durch Klügel. S. 283.

3 Disquisitions relating to matter and spirit. Lond. 1778. S.

ifte nothwendig zu ihrer Existenz und sie verschwindet in Nichts, wenn man diese von ihr trennt. Es geht dabei seinen Ausdrücken nicht mit Gewiſsheit hervor, ob diese fte an physische Puncte gebunden oder bloſs um einen telpunct vereinigt seyn sollten, indem bald von etwas Ausehntem, mit den sogenannten Kräften Begabtem die Rede bald von diesen um einen Mittelpunct vereinten Kräften n, und da mit den letztern der Begriff der Empfindung des Denkens nicht unvereinbar ist, so sollte selbst der luſs des Materiellen auf den Geist hierdurch erklärbar wer-, was sonach entschiedener Materialismus ist.

Dieses System wurde jedoch mit Heftigkeit angegriffen h Price[1]. Nach diesem ist die Trägheit der Materie eine wendige Bedingung der Gesetze vom Stoſse der Körper. s solide Masse kann gegen andere Materie einen Impuls ben und die Behauptung, daſs ein materielles Theilchen ein anderes ohne Berührung einen Impuls ausübe oder anend und zurückstoſsend wirke, heiſst eigentlich so viel, s könne da wirken, wo es nicht ist. Soll die Materie bloſs durch anziehende und abstoſsende Kräfte gegeben len, so wird sie ein Nichtseyendes, da eine Kraft nur an gegebenes Etwas gebunden seyn kann, und wenn daher Kraft selbst die Materie seyn soll, so ist die Materie Kraft von einem Nichts, was einen Widerspruch mit sich t herbeiführt. Zuweilen beruft Price sich hierbei auf die rität Newton's, und diese ist in England so groſs, daſs schon hieraus auf die herrschende Ansicht der dortigen Physchlieſsen kann. Thomas Young[2] meint daher, die ulationen von Boscovich seyen zwar ganz sinnreich, alzugleich auch bloſs hypothetisch und in der Anwendung die Thatsachen allezeit mangelhaft. Auch Hutton[3] ert seine Theorie bloſs historisch, ohne ihr eine besondere merksamkeit oder Beifall zu schenken.

Ganz ausnehmend hoch wird die durch Boscovich auf-

———

1 A free discussion of the doctrines of Materialism and philocal necessity. 1778.

2 Lectures. T. I. p. 751.

3 Dictionary. T. II. Art. Matter.

gestellte Theorie von Robison[1] geschätzt, welcher eine weitläufige Uebersicht seines Hauptwerkes giebt, um die Kenntnifs desselben den Engländern zu erleichtern und auf seinen reichen Inhalt mehr aufmerksam zu machen. Inzwischen bezieht sich dieses Urtheil zugleich auf die darin enthaltenen mechanischen Probleme, denn hinsichtlich der Hypothese über das Wesen der Materie gesteht Robison selbst zu, dafs diese zwar nicht zu absoluter Befriedigung erklärt werde, jedoch sey die Hypothese höchst scharfsinnig, und wenn jemals irgend eine befriedigende aufgefunden werden könne, so müsse sie dieser mindestens sehr ähnlich seyn. Auf jeden Fall giebt er ihr einen grofsen Vorzug vor einer ältern von Gowin Knight[2], welcher zwei Arten materieller Atome annimmt, wovon die eine Art einander anziehn, die andere Art abstofsen und die verschiedenen sich wahrscheinlich gleichfalls gegenseitig anziehn, ohne dafs er jedoch hierüber etwas zu entscheiden wagt. Hiernach müssen also die attractiven Atome durch Anziehung sich zu Körpern vereinigen, welche mit repulsiven, zu einer Atmosphäre aufgehäuften, Atomen umgeben sind. Aus dieser Verbindung entstehn dann andere Arten von Körpern oder kleinen Körpertheilchen, welche entweder attractiv oder repulsiv sind, je nach der Verbindung der ursprünglichen zweierlei Elemente. Knight macht von diesen hypothetischen Prämissen dann eine Anwendung auf die Erscheinungen der Natur und sucht diese insgesammt geometrisch zu construiren, ohne hierin jedoch die gerechten Forderungen zu befriedigen, abgesehn davon, dafs die Prämissen ganz willkürlich angenommen sind.

9) Die eben erwähnte, nur wenig bekannte Hypothese hat viele Aehnlichkeit mit einer spätern, welche Peart[3] e-

---

1 A System of mechanical philosophy. Edinb. 1822. T. I. p. 5. Auch Leslie in Ann. of Phil. T. XIV. p. 10. nennt diese Theorie eine sinnreiche und tief ausgedachte und meint, es sey blofs eine Folge der aus dem gemeinen Leben entnommenen oberflächlichen Ansichten, wenn manche Theile derselben paradox schienen.

2 Attempt to explain all the phenomena of nature by means of two principles cet. 1748.

3 On the elementary principles of nature and the simple laws by which they are governed. By E. Peart. M. D. Gainsborough 1789. 8. E. Peart's Versuch über die Urstoffe der Natur und ihre Gesetze. Von Kühn. Leipz. 1791. 8.

tellt und den herrschenden Begriffen von den Eigenschaf-
des Phlogistons angepafst hat. Hiernach giebt es zwei
en von Materie, fixe und thätige. Der fixen ist blofs An-
iung und Undurchdringlichkeit eigen, die Theile der thä-
n werden von dieser angezogen und haben die Eigenschaft,
in geradlinige Strahlen zu ordnen, die von den fixen
ilchen, wie von einem Mittelpuncte aus, divergiren und
osphären um sie bilden. Die thätigen Theilchen sind wie-
von doppelter Art, die durch die Namen *Aether* und
ogiston unterschieden werden können; beide ziehen sich
nder gleich stark an, wenn sie in gleichem Grade erregt
den. Ein fixes Theilchen mit einer Atmosphäre von Ae-
bildet einen erdigen Stoff, mit einer Atmosphäre von
gistou aber einen säurefähigen. Die Atmosphären gleich-
ger Theilchen drücken auf einander, ungleichartige ziehen
an und bringen dadurch ihre excitirenden Mittelpuncte in
ihrung. Die Anziehung der beiden thätigen Materien un-
einander bewirkt, dafs ätherische Atmosphären von phlo-
schen und diese von jenen umringt werden. Kommen
he zusammengesetzte Atmosphären verschiedener Art in
ihrung, so vereinigen sich die äufsern Theile so weit, dafs
innern sich berühren und sättigen, worauf die Mittelpuncte
Körper bilden, die äufsern, von den gesättigten innern
t mehr angezogenen Theile aber freie Flüssigkeiten, als
rme und Licht. Je gröfser die Zahl der fixen Theilchen
ınd somit die Menge der excitirenden, um so stärker wird
Anziehung und es entsteht Gravitation. Gehler[1] bemerkt
Recht, dafs von einem solchen dualistischen Spiele leicht
rendungen auf Säuren und Alkalien, + E und — E, + M
— M u. s. w. möglich sind, die aber insgesammt einer
n festen Grundlage ermangeln.

10) Eine ganz neue Periode, mindestens für Deutschland,
nnt mit dem berühmten Königsberger Philosophen Imma-
l Kant. Wenn man von der Reform abstrahirt, welche
gesammte speculative Philosophie durch diesen scharfsinni-
Denker erhielt, wovon hierher nur hauptsächlich der Satz
ırt, dafs wir von den Gegenständen der Natur nicht an-
als durch äufsere Anschauung Begriffe erhalten können

1 Wörterb. a. A. Th. III. S. 630.

und dafs Raum und Zeit die nothwendigen Bedingungen unserer Vorstellung von Körpern sind, so stellte er in Beziehung auf die Materie den Satz auf, dafs zur Existenz derselben zwei einander entgegenwirkende Kräfte, *Dehnkraft* und *Ziehkraft*, erforderlich seyen[1]. Die Anhänger Kant's haben diese Kräfte nachher *Grundkräfte* genannt, weil sie vor der Erfahrung vorausgehn, das Wesen der Materie selbst ausmachen und ihrer Existenz nothwendig zum Grunde liegen. Daß Kant blofs durch eigene Speculation auf die Annahme dieser zwei Kräfte geführt worden sey, wird zwar insgemein angenommen, ist aber keineswegs bestimmt erwiesen und bei der grofsen Belesenheit des berühmten Gelehrten selbst nicht einmal wahrscheinlich; indefs gehört die Art der Darstellung ohne Widerrede ihm eigenthümlich zu, wenn auch die Hypothese dem Wesen nach schon früher aufgestellt worden war, wie aus dem Obigen zur Genüge erhellet.

Nach Kant gehört das Schema der Kategorieen zur Vollständigkeit jedes metaphysischen Systems, und daher müssen alle Bestimmungen des allgemeinen Begriffs der Materie unter die vier Classen derselben, die der Gröfse, der Qualität, der Relation und der Modalität, gebracht werden. Die Grundbestimmung eines Gegenstandes der äufsern Sinne ist Bewegung (?), worauf daher alle Prädicate der Materie zurückgeführt werden, weswegen die Naturwissenschaft eine reine oder angewandte Bewegungslehre ist. Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft sind daher unter 4 Hauptstücke zu bringen, nämlich *Phoronomie*, über die Bewegung an sich, *Dynamik*, welche die Bewegung als Qualität der Materie unter dem Namen einer ursprünglichen bewegenden Kraft betrachtet, *Mechanik*, worin die mit dieser Qualität begabte Materie in ihrer Relation gegen einander betrachtet wird, und endlich *Phänomenologie*, worin Bewegung und Ruhe blofs in Beziehung auf die Vorstellungsart untersucht werden. In Folge dieser Abtheilung werden 4 Definitionen der Materie aufgestellt, aus deren Gesammtheit also der Begriff ihres Wesens hervorgehn müfste, nämlich

1) Materie ist das Bewegliche im Raume,

---

1 Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Dritte Aufl. Leipz. 1800. 8.

') Materie ist das Bewegliche, sofern es einen Raum erfüllt,

) Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, bewegende Kraft hat,

) Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung seyn kann.

Diese vier Sätze werden dann einzeln erläutert und bewie- In Beziehung auf den ersten wird blofs gezeigt, dafs der erie bei der Berücksichtigung ihrer Bewegung keine andere nschaft als Beweglichkeit beigelegt werden könne. Am htigsten ist der zweite Satz. Zu dessen Erläuterung wird st gesagt, dafs einen Raum *erfüllen* so viel heifst, als n Beweglichen widerstehn, was in denselben eindringen . Die Erfüllung des Raumes ist jedoch nicht Folge der ıen Existenz, sondern einer besondern bewegenden Kraft, genauer ausgedrückt erfüllt die Materie den Raum durch lsive Kräfte aller ihrer Theile, d. i. durch eine ihr in eibestimmten Grade eigenthümliche Ausdehnungskraft. Sie ı demnach ins Unendliche zusammengedrückt, aber niedurchdrungen werden, ist ins Unendliche theilbar und : in Theile, deren jeder wiederum Materie ist. Die Mögeit derselben erfordert eine Anziehungskraft als zweite ntliche Grundkraft, die aber nicht für sich allein, sonnur in Verbindung mit der Zurückstofsungskraft die Mögeit der Materie bedingt. Die aller Materie wesentliche ehung ist eine unmittelbare Wirkung derselben auf andurch den leeren Raum und erstreckt sich im Weltıe von jedem Theile derselben auf jeden andern unmittelns Unendliche.

In dem Bisherigen, was zur Phoronomie und Dynamik rt, ist das Wesen der Materie der Hauptsache nach ausückt, denn Kant sagt selbst, dafs darin zuerst das Reelle aume in der Erfüllung desselben durch *Zurückstofsungs-*t, zweitens das, was in Ansehung des erstern, als des ıtlichen Objectes unserer äufsern Wahrnehmung, *negativ* nämlich die *Anziehungskraft*, durch welche, so viel an st, aller Raum würde durchdrungen, mithin das Solide lich aufgehoben werden, drittens die *Einschränkung* der n Kraft durch die zweite und die daher rührende Be-

stimmung des *Grades* der *Erfüllung* des Raumes in Betrachtung gezogen, mithin die *Qualität* der Materie unter den Titeln der *Realität*, *Negation* und *Limitation*, so viel es einer metaphysischen Dynamik zukommt, vollständig abgehandelt worden ist. Was dann weiter zur Mechanik und Phoronomie gehörig gesagt wird, kommt im Ganzen auf bekannte mechanische Gesetze zurück, führt aber endlich auf die Frage von einem leeren Raume, wovon es heifst, dafs die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desselben nicht auf metaphysischen Gründen, sondern dem schwer aufzuschliefsenden Naturgeheimnisse beruhe, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken setze. Das ganze Werk schliefst mit folgender merkwürdigen Aeufserung: „Und so endigt sich die metaphysische Körperlehre mit dem Leeren und eben darum Unbegreiflichen, worin sie einerlei Schicksal mit allen übrigen „Versuchen der Vernunft hat, wenn sie im Zurückgehen zu „Principien den ersten Gründen der Dinge nachstrebt, da, „weil es ihre Natur so mit sich bringt, niemals etwas anders „als sofern es unter gegebenen Bedingungen bestimmt ist, zu „begreifen, folglich sie weder beim Bedingten stehn bleiben, „noch sich das Unbedingte fafslich machen kann, ihr, wenn „Wifsbegierde sie auffordert, das absolute Ganze aller Bedingungen zu fassen, nichts übrig bleibt, als von den Gegenständen auf sich selbst zurückzukehren, um anstatt der letzten Grenze der Dinge die letzte Grenze ihres eigenen sich „selbst überlassenen Vermögens zu erforschen und zu bestimmen." Es scheint mir in diesen Worten das offene Bekenntnis zu liegen, dafs wir das Wesen der Dinge überall zu erforschen aufser Stande sind.

11) Es war ohne Zweifel eine Folge der dreisten Bestimmtheit, womit die einzelnen Sätze aufgestellt wurden, der innigen Verkettung derselben unter einander und ihrer Verbindung mit bekannten Thatsachen, endlich aber der ausdrücklichen Behauptung, dafs die gewählte Methode streng mathematisch sey, die noch obendrein durch die äufsere Form gerechtfertigt schien, dafs das neue System so allgemeinen Beifall fand und mit ungewöhnlicher Bewunderung aufgenommen wurde, da es sich doch von dem durch Boscovich aufgestellten im Wesentlichen gar nicht unterscheidet. Ein Hauptgrund lag indefs in der Unbekanntschaft mit dem letztern; die

finde nirgend, dafs beide mit einander verglichen sind, u noch hauptsächlich der Umstand kommt, dafs man so- h den Namen einer dynamischen Naturlehre einführte und der anerkannt unhaltbaren ältern atomistischen entgegen- e. Meinerseits habe ich dem Systeme nie Beifall schen- können und kann dieses auch jetzt noch nicht, fürchte h die Leser zu ermüden, wenn ich hierüber ausführlich wollte, beschränke mich daher nur auf einige gewichtige rürfe, um den Schein zu grofsen Selbstvertrauens beim erspruche gegen den gepriesensten Philosophen Deutschlands rmeiden [1].

Zuvörderst ist nach kantischen Principien und wenn man geradezu Idealist seyn will, der Begriff der Materie nicht risch, sondern entsteht durch Anschauung und alles über Vesen und die Qualitäten der Materie zu Bestimmende daher von der durch Anschauung erkannten Materie ent- ıen und ihr wieder angepafst werden. Haben wir die- Begriff durch die Sinnesthätigkeiten erhalten, so fragt sich, die Materie ihrem Wesen nach sey und welche allge- Qualitäten ihr nothwendig zukommen. Hier zeigt sich ch ein grofser Uebelstand, dafs Kant den Begriff der ie nicht durch eine einfache und scharf begrenzte Defi- feststellt, wenn anders eine solche möglich ist und wir vom ersten Beginne an zugestehn müssen, dafs wir das n der Materie gar nicht kennen und blofs unsere Vor- ıg von derselben zu bezeichnen vermögen. Ob die drei

---

Ich gestehe offen, dafs mir die ganze Theorie desto weniger ıdet scheint, je mehr ich sie studire. Gleich der erste Satz: terie ist das Bewegliche, steht ohne Beweis, denn er kann aus der Erfahrung gefolgert werden, da niemand alle Materie noch aus einem apriorischen Begriffe, den es überall nicht Ferner ist gar nicht gesagt, welches das erste ist, der Begriff weglichen (Etwas) oder der Kraft. Ist aber die Materie schon Bewegliche erkannt, wozu bedarf es noch der Kräfte zu ih- stenz? Inzwischen wollte ich auf alles dieses, was zunächst in ebiet der speculativen Philosophie gehört, eben wie auf die llung des Begriffes von Kraft, und ob es eine solche ohne ma- s Substrat geben könne (vergl. Schulze psychische Anthropo- Gött. 1826. S. 199.), gar nicht eingehn, sondern zunächst nur dafs die Demonstration, namentlich in Beziehung ihrer ma- schen Form, Widersprüche mit sich selbst einschliefst.

Limitirungen des Begriffes der Materie, wie Kant [illegible] zum Wesen derselben nothwendig sind, lasse ich [illegible] stellt seyn, obgleich es keinem Zweifel unterliegt, [illegible] namentlich in Beziehung auf Nr. 4 gewiſs materielle [illegible] melskörper giebt, die weder an sich, noch [illegible] überall problematischen Bewegung oder Beweglichkeit [illegible] stand der (menschlichen) Erfahrung seyn können, [illegible] von Kant angenommene wesentliche Bestimmung derselben [illegible] auf jeden Fall Beweglichkeit; denn es heiſst: *Materie ist das Bewegliche im Raume.* Nun heiſst es aber ferner: *der [illegible] der selbst beweglich ist, heiſst der materielle u. s. w.*, [illegible] hin, da man doch unmöglich behaupten kann, die [illegible] nicht materiell, giebt es einen materiellen Raum und [illegible] terielle Materie, beide sind entweder gleich oder [illegible] ersten Falle können sie für einander geometrisch (da [illegible] Demonstration geometrisch seyn soll) gesetzt werden [illegible] Materie ist also das Bewegliche in einem materiellen [illegible] (wenn ich nicht sagen will, in der Materie), im [illegible] es etwas materielles, was doch nicht Materie ist [illegible] materielles, was Materie ist. Man wird hiergegen [illegible] der Raum sey zwar beweglich und habe also [illegible] schaft mit der Materie gemein, sey aber deswegen [illegible] terie, weil ihm nach den unter 2 und 3 gegebenen [illegible] mungen die Raumerfüllung und bewegende Kraft [illegible] will man sich nicht in sophistische Argumentationen [illegible] ren, so muſs man es aufgeben, den Raum materiell [illegible] nen; dann aber fällt die angegebene Hauptbestimmung [illegible] Materie, nämlich Beweglichkeit, weg; vielmehr [illegible] erfüllung, also Ausdehnung und Undurchdringlichkeit [illegible] licher Charakter dessen, was wir nach unserer [illegible] terie nennen.

Nach Kant soll die Materie den Raum nicht [illegible] bloſse Existenz erfüllen, sondern durch zwei entgegen[illegible] Kräfte, die *Drehkraft* und *Ziehkraft*. Dieser [illegible] Sitze zweier Grundkräfte oder solcher, welche das [illegible] Materie selbst ausmachen (was sonach nicht in der [illegible] lichkeit liegen könnte), hat von jeher die [illegible] samkeit erregt. Der Beweis desselben wird auf [illegible] geführt. Nach der gegebenen Erklärung, daſs [illegible] füllen heiſse, allem Beweglichen widerstehn, [illegible]

rsatz, dafs die Materie den Raum nicht durch ihre blofse
itenz, sondern durch eine (?) besondere bewegende Kraft
le und nach eingeschobener Erklärung, was Anziehungs-
Zurückstofsungskraft sey, wird der zweite Lehrsatz hin-
fügt, dafs die Materie ihre Räume durch repulsive Kräfte
ihrer Theile erfüllet, d. h. durch eine ihr eigene Aus-
ungskraft, die einen bestimmten Grad hat, über welchen
ere oder gröfsere ins Unendliche können gedacht werden.
eine weitere Erklärung, dafs eine Materie die andere durch-
gt, wenn sie durch Zusammendrückung den Raum ihrer
lehnung völlig aufhebt, schliefst sich dann der letzte hier-
gehörige Lehrsatz, nämlich: „die Materie kann ins Unend-
ie zusammengedrückt, aber niemals von einer Materie,
grofs auch die drückende Kraft derselben sey, durch-
ngen werden."

Weil in dieser Demonstration so oft der Audruck *unend-*
und *bis ins Unendliche* vorkommt, welcher bei der ihn
eitenden Unbestimmtheit in den spätern naturphilosophi-
n Systemen eine so wichtige Rolle spielt, so habe ich
schon früher[1] hiergegen erklärt und zu zeigen gesucht,
in dem Beweise für diesen aufgestellten Satz ein Wider-
ch enthalten sey. Es heifst nämlich: „Nun kann für ge-
ene ausdehnende Kraft der Materie eine gröfsere zusam-
ndrückende gefunden werden, die diese in einen engern
m zwingt und so *ins Unendliche;* zum Durchdringen
Materie aber würde eine Zusammentreibung derselben in
en unendlich kleinen Raum, mithin eine *unendlich zu-*
mmendrückende Kraft erfordert, welche unmöglich ist."
meiner Ansicht sollte eine *ins Unendliche wachsende*
t mit einer *unendlichen* einerlei seyn, allein einige Phy-
haben sich hiergegen erklärt, und ich gebe zu, dafs die
auchten Ausdrücke allerdings einen Unterschied unter ih-
anzunehmen gestatten, der Sache selbst aber, in geome-
her Strenge genommen, stelle ich folgendes Dilemma ent-
n: die ins Unendliche wachsende Kraft kann entweder
lich unendlich werden oder nicht; im erstern Falle ist der
gte Widerspruch wirklich vorhanden, im zweiten aber
t die Kraft, wie der Raum, stets endlich und die ganze

1 Anfangsgründe der Naturlehre. Heidelb. 1819.

Demonstration zerfällt in sich durch Unbestimmtheit der Ausdrücke, indem ganz ohne Beweis hingestellt worden ist, dass für jede ausdehnende Kraft der Materie eine größsere zusammendrückende gefunden werden könne und man daher auf gleiche Weise befugt ist anzunehmen, daſs für jede zusammendrückende Kraft eine gröſsere ausdehnende gefunden werden könne und so ins Unendliche, was dann nothwendig zu einem sophistischen Spiele mit Worten führt, die schlechtin kein bestimmtes Resultat geben.

Ohne hierüber ausführlich zu seyn und in die Erörterung des Begriffes vom Unendlichen weiter einzugehn, da das Unendliche nicht meſsbar, ebenso wenig auch vorstellbar ist, von dem sich also nichts prädiciren läſst, und welches daher von allen realen Bestimmungen des Materiellen, sofern dieses vorgestellt und etwas darüber bestimmt werden soll, gänzlich ausgeschlossen bleiben muſs, mag die Wichtigkeit der Sache noch folgende Betrachtung entschuldigen. Ein Hauptsatz des kantischen Systems und um so viel mehr der nachherigen dynamischen Naturlehre ist, daſs die Materie ihren Raum nur durch den Conflict der bei den entgegenwirkenden Kräfte, Dehnkraft und Ziehkraft, erfüllen kann; aber es fragt sich, ob und wie dieser Satz bewiesen ist. Kant (S. 26. seiner Schr.) führt eine Art von Beweis dadurch, daſs er dem aufgestellten Begriffe, wonach die Materie das *Bewegliche* im Raume ist, zugleich den Begriff des *Bewegten* unterschiebt, wonach diese den durch gegebene Materie erfüllten Raum andere bewegt eindringen will, aber diese Annahme eines solchen steten Bestrebens nach Eindringen in einen gegebenen Raum durch vorhandene Bewegung ist ohne allen Grund, da es doch ruhende Materie geben kann. Um zu dem Beweise zu gelangen, wird vorher der Unterschied zwischen dem *Einnehmen* eines Raumes und dem *Erfüllen* desselben festgesetzt, worüber es wörtlich heiſst: „einen *Raum einnehmen*, d. i. in allen Punkten „desselben unmittelbar gegenwärtig seyn...... wie man von „jeder geometrischen Figur sagen kann, sie nimmt einen „Raum ein." Daſs man aber von einer geometrischen Figur, welche auf jeden Fall nur die Grenzen des durch sie bezeichneten Raumes angiebt, sagen könne, sie sey in allen Punkten desselben unmittelbar vorhanden, dieses scheint mir mit allen geometrischen Begriffen gänzlich unvereinbar. Da die Ver-

ung von der Materie durch Anschauung gegeben ist, so ıen ihre wesentlichen Bestimmungen oder Qualitäten nicht einem bloſsen abstracten Begriffe entnommen werden, vielr beruht die Annahme der beiden Grundkräfte entweder unzweifelhafter Erfahrung, oder auf dem Beweise, daſs sie keine Vorstellung von der Materie möglich sey. Ueder das Erstere soll nachher geredet werden, der letztere Be- jedoch ist deswegen unstatthaft, weil Materie Jahrtau- le lang vorgestellt ist und noch vorgestellt wird, ohne die ahme dieser Kräfte. KANT hat zur Erläuterung seiner e, und man darf wohl sagen als Stütze seines Beweises, h einen Schluſs *a particulari ad universale* die Luft ge- lt[1], es wird daher erlaubt seyn, auf gleiche Weise einen rn Körper zu wählen. Es sey dieses die Sonne oder der ıd, unleugbar Körper, materiell, ausgedehnt und im Raume ıdlich. Wo ist der Körper, welcher in den erfüllten m eindringen will, ja selbst, wenn wir uns einen der ımelskörper als völlig ruhend vorstellen, was doch keines- s unmöglich ist, worauf beruht dann die Annahme einer kraft, welche in Verbindung mit der Dehnkraft unsere stellung von ihrer Existenz nothwendig bedingen soll?

12) Verschiedene Gelehrte haben Einwürfe gegen die von T aufgestellte Hypothese gemacht, von denen ich nur ei- der wichtigsten nennen will. JOH. TOB. MAYER[2] nahm Sache ganz einfach, und behauptete, daſs, wenn Materie Raum, den sie wirklich einnimmt, vollkommen, d. h. mit gkeit, erfüllt, es eine absolute Unmöglichkeit sey, ihn noch commener zu erfüllen, und daſs daher selbst eine unend- Kraft nicht vermögend seyn würde, mehr Materie in n Raum hinein zu bringen oder den Raum, den sie wirk- erfüllt, zu verringern, wonach also die Materie auſser ih- Existenz keiner besondern Kraft bedürfe, um dasjenige halten, was in diesen Raum eindringen will. Dieser Satz

---

1 MOLLWEIDE in Gehlen's Journ. 1806. T. I. p. 658. sagt sehr ig: man muſs sich hüten, die repellirende Grundkraft nicht mit Elasticität der Luft zu verwechseln, diese kennen wir bloſs aus ırung. Indeſs scheint KANT selbst durch diese Verwechselung ge- ht zu seyn, oder er suchte andere dadurch zu täuschen.

2 Gren's Journ. d. Phys. VII. p. 212.

ist offenbar richtig, insofern durch das Gesetztseyn der Materie im Raume ihr gleichzeitiges Nichtseyn in demselben als logisch widersprechend aufgehoben wird; allein die Anhänger Kant's stellen diesem entgegen, dafs das Seyn im Raume noch nicht das Erfüllen desselben bedingt, weil der Definition nach *Erfüllen* so viel heifst, als allem Beweglichen widerstehen. Es fragt sich jedoch, ob Satz und Definition richtig sind, welche unleugbar in ihrem Verfolg zu Absurditäten führen. Trennt man nämlich einen gegebenen Körper durch eine geometrische Fläche in zwei Hälften, so ist jede Hälfte Materie im Raume; beide müssen als ruhend gedacht werden können, da ruhende Körper denkbar und existirend sind; dann aber soll jede Hälfte in den Raum des andern eindringen und als ruhend auch nicht eindringen, jede wehrt die andere mit einer Kraft ab, welche die Kraft des Eindringens der andern hindert, die aber bei beiden als ruhend gedacht, nicht vorhanden ist u. s. w. Eine im Wesentlichen dieser letztern gleiche Argumentation stellte Gilbert[1] dem dynamischen Systeme entgegen, wogegen aber F. C. Fischer[2] erinnert, dafs die Sache mechanisch genommen sey, statt dynamisch; allein es unterliegt wohl keinem Zweifel, dafs dasjenige, was über das Wesen der Materie an sich behauptet wird, allgemein gültig seyn mufs, man mag es dynamisch oder mechanisch nehmen. Eine ausführliche, gröfstentheils auf geometrische Demonstration gegründete Widerlegung der Pheronomie und Dynamik, welche Kant in seinen metaphysischen Anfangsgründen gegeben hat, nebst Bemerkungen gegen manche einzelne Sätze in denselben hat F. G. v. Busse[3] bekannt gemacht; inzwischen erregten seine wohlbegründeten Argumente weit weniger Aufmerksamkeit, als früher gewifs der Fall gewesen wäre, weil die lebhafte Vorliebe für das ganze System bereits erloschen war. Auf dem Wege blofs philosophischer Argumentation zeigte dagegen schon früher ein Unbekannter[4], dafs weder durch Kant noch durch Fries der Begriff der Kraft gehörig

1 Hall. Allg. Lit. Zeit. 1807. S. 754.

2 Physikalisches Wörterbuch Th. IX. S. 339.

3 Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant in ihren Gründen widerlegt von Fr. Gottl. v. Busse. Dresden u. Leipz. 1828.

4 Leipz. Lit. Zeit. 1825. S. 2152.

stimmt und nicht gezeigt sey, in welchem causalen und
thwendigen Verhältnisse Kraft zur Materie, zum Soliden
he. Es sey in der aufgestellten Theorie nicht bestimmt, ob
n genug gethan habe, sie als eine Zugabe zum Soliden lo-
ch zu verbinden, ohne ihr nothwendiges inneres Band nach-
weisen, vielmehr liege eine falsche Causalitätslehre zum
unde, indem unbewiesen aufgestellt sey, die Dehnkraft exi-
re einmal und wehre Eindringendes ab, sie sey eigentlich
e ruhende Repulsion, die auf einen eindringenden Körper
re, um ihn zurückzuhalten. War aber diese einmal ange-
mmen, so mufste des Gleichgewichts wegen auch Attraction
genommen werden.

13) Kant's philosophisches System fand so übermäfsigen
fall, dafs seine Zeitgenossen eine Prüfung des Einzelnen
überflüssig hielten und vielmehr das Ganze als höchst voll-
let betrachteten. Der von ihm aufgestellte Begriff der Ma-
ie blieb in den Grenzen der Speculation, es liefs sich auf
ne Weise darthun, dafs die beiden hypothetisch angenom-
nen Kräfte der Materie nicht zukommen, und da die alte
mistik unlängst als unhaltbar aufgegeben war, so liefsen es
h auch unter den Physikern die Anhänger Newton's ge-
en, dafs man der sogenannten dynamischen Naturlehre den
zug gab. Es ist daher nicht leicht, die vorzüglichsten un-
denen namhaft zu machen, welche sich zu dem neuen
teme in seiner ursprünglichen Reinheit bekannten, doch
ube ich, dafs J. C. Fischer[1] und J. F. Fries[2] als solche
nennen sind. Inzwischen schoben die meisten dem ge-
rten Philosophen etwas ganz anderes unter, als er wirk-
 gesagt hatte. Anstatt nämlich bei dem ursprünglichen
ze, *die Materie, als solche, erfordere zu ihrer Existenz*
hwendig die beiden genannten Kräfte, stehn zu bleiben,
sen sie alles Materielle aus denselben in der Art bestehn,
s sie sogar die Verschiedenheit der Materie auf einen quan-
tiven Unterschied der Verbindungen beider zurückführten.

---

1 Physikalisches Wörterbuch u. s. w. Art. *Grundkräfte* und *Ma-
e.*

2 Entwurf des Systems der theoretischen Physik. Heidelb. 1813
mathematische Naturphilosophie nach philosophischer Methode be-
eitet. Heidelb. 1822.

Hiernach ist dann das Licht die absolute oder reine, mit keiner Ziehkraft gemischte Dehnkraft, und so geht es bis zur wägberen Materie oder der ihr zukommenden Attraction als der absoluten Ziehkraft herab, indem alles zwischen beiden liegende bloſs durch einen gröſsern oder geringern Antheil an einen beider Kräfte unterschieden ist. Diese Hypothese ist an sich ganz unbegründet und streitet auſserdem gegen jede auf Erfahrung gegründete Vorstellung. Hiernach wären nämlich z. B. Gold und Silber bloſs durch ein ungleiches quantitatives Verhältniſs beider Kräfte verschieden, die sich daher um so mehr beim Zusammenschmelzen oder bei der Auflösung beider zu einem neuen Dritten ausgleichen müſsten, als die aus der Hypothese gleichfalls nothwendig folgende unendliche Theilbarkeit der Materie in den Mischungen kein Nebeneinanderliegen der kleinsten Theile gemischter Körper gestattet. Wenn aber der Chemiker aus solchen Mischungen oder Auflösungen die ursprünglichen Bestandtheile nach ihrem anfänglichen quantitativen Verhältnisse wieder darzustellen vermag, ohne daſs von dem einen oder dem andern mehr, als ursprünglich vorhanden war, zum Vorschein kommt, so muſs das eben Angenommene wieder aufgehoben und zugestanden werden, daſs beide Grundkräfte uranfänglich für immer untrennbar zur Bildung der verschiedenen Körper vereint sind, deren endlich kleinste Theile in jeder Mischung neben einander bestehn, ohne in ihren Fundamentalelementen verändert zu werden. Hierdurch wird aber die Existenz der Atome zugestanden, und die ganze Hypothese wird zu einer für die Naturlehre nutzlosen metaphysischen Speculation, weswegen denn auch ihr lebhaftester Vertheidiger, F. HILDEBRANDT[1], seiner dynamischen Naturlehre am Ende die merkwürdige Aeuſserung hinzufügt: „wenn wir es nicht ganz aufgeben wollen, „die Verschiedenheit der Materie zu erklären, so können wir „kaum vermeiden, uns in die Atomistik zu verirren."

Die kantische Hypothese war zu schwach begründet, so daſs sie sich aller anfänglichen Lobpreisungen ungeachtet lange

1 Anfangsgründe der dynamischen Naturlehre. Erlangen [illegible] II Voll. 8. Es ist ganz unbegreiflich, wie HILDEBRANDT ein so beharrlicher Vertheidiger dieser Theorie bleiben konnte, deren Unvereinbarkeit mit der Erfahrung er selbst ausführlich nachwies. Gehlen N. J. 1805. Th. V. S. 605.

lten konnte, allein es war damit die Bahn gebrochen, das
›jective aufser uns aus geometrisch geformten metaphysischen
hlüssen abzuleiten, ohne die nothwendige Frage hinlänglich
erörtern, ob und wie weit von mit sich selbst überein-
nmenden Begriffen auf objective Realität des Gegebenen ge-
ılossen werden könne. Es lag hierbei zu nahe, um über-
ın zu werden, dafs jede Perception und Apperception des
ser uns Gegebenen, zuvor die Existenz und Thätigkeit des
rbei thätigen Geistes voraussetze, mithin über die Materie
d die nach Kant sie bedingenden Kräfte nicht eher etwas
gemacht werden könne, bis zuvor jene Existenz und Thä-
keit nach ihrem eigentlichen Wesen festgesetzt sey. Wol-
wir nun aufrichtig im Bekenntnifs unserer Schwäche seyn,
nothwendigen Grenzen unsers endlichen Verstandes nicht
ırschreiten und offen gestehn, dafs die Seele weder sich
bst noch auch die Materie dem eigentlichen Wesen nach
erkennen vermöge, so werden zwar, wie alles ernste Nach-
ıken, so auch die Bemühungen, beides so viel wie möglich
erforschen, allezeit sowohl subjectiv als auch objectiv nütz-
ı seyn; allein wir werden auch bald zu der Ueberzeugung
ıngen, dafs wir dabei von dem bekannten Gegebenen zu
n unbekannten Gesuchten fortschreiten, dagegen es ein für
mal aufgeben müssen, ein höchstes, durch sich selbst fest-
ıendes Princip *a priori* aufzufinden, aus welchem sich alle
enntnifs ableiten läfst, was im Grunde nur heifst, den Stein
Weisen zu suchen. Hatte indefs Kant[1] durch die grofse

---

1 Kant stellt in seinen metaphys. Anfangsgr. als ersten Satz
: *Materie ist das Bewegliche im Raume.* Dieser als das Funda-
ıt aller folgenden mufste doch nothwendig bewiesen werden. Da-
en aber heifst es blofs, dafs Beweglichkeit eines Gegenstandes im
me *a priori* und ohne Belehrung durch Erfahrung nicht erkannt
den könne. Dieser Begriff, als empirisch, könne daher nur in
ır Naturwissenschaft, als angewandter Metaphysik, welche sich mit
ım durch Erfahrung gegebenen Begriffe, obwohl nach Principien
riori, beschäftige, Plats finden. Wenn aber in den Naturwissen-
ıften die nämlichen logischen Regeln, als in andern Wissenschaf-
ı gültig sind, die Erfahrung aber alle Materie zu erkennen uns
ıt gestattet, so frage ich, wie man von der erkannten, dem *par-
lari*, auf das Ganze, das *universale*, zu schliefsen berechtigt sey?
auffallendsten aber ist es, wenn stets von mathematischer Be-
ıart geredet wird, die gerade die strengste von allen ist. Die

Dreistigkeit und Bestimmtheit bei Aufstellung seiner Sätze die Ueberzeugung von ihrer Unumstöfslichkeit zu erringen gewufst, und dadurch so grofses Aufsehn erregt, so suchten die spätern Philosophen durch eben dieses Mittel noch mehr zu imponiren, und um nicht aus ihren eigenen Worten widerlegt zu werden, wählten sie möglichst allgemeine und unbestimmte Ausdrücke, mit dem Zusatze, dafs die Worte in ihrer Philosophie eine von der gewöhnlichen abweichende Bedeutung hätten, die man aus dem Systeme selbst erst kennen lernen müsse. Durch diesen schlauen Kunstgriff ist allerdings das Mittel gegeben, das aller absurdeste System unwiderleglich zu machen, weil allezeit das Argument zu Gebote steht, die Ausdrücke seyen unrecht verstanden.

14) Fichte[1] darf in Beziehung auf den Begriff der Materie nur beiläufig erwähnt werden. Er umging die Aufstellung eines ersten Fundamentalsatzes aller Speculation dadurch, dafs er annahm, das Denkende, als das *Ich*, existire dadurch, dafs es sich selbst setze, und producire dann alles aufser ihm Befindliche als *nicht Ich* durch den Gegensatz; offenbar nichts anders, als ein absoluter Idealismus. Weil aber letzterer schon seit den ältesten Zeiten her sein Ansehn verloren hatte, so fand Schelling es nicht gerathen, ihn so nackt wieder ins Publicum einzuführen, vielmehr suchte er ihm durch Beimischung von etwas Positivem einige Realität zu geben, kleidete ihn hernach in eine dicke Hülle unverständlicher Worte, von denen im voraus behauptet wurde, dafs durch ihre Entfaltung iefe Weisheit zum Vorschein kommen werde, und wufste dann, von diesem dunkeln Gebilde ausgehend, mit hoher dialektischer und rhetorischer Kunst, auch unverkennbar ausgezeichnetem Scharfsinne, seiner Demonstration so viele wahre Sätze, scheinbar als nothwendige Folgerung, einzuflechten, dafs ein grofser Theil des Publicums das Ganze als ein streng wissenschaftliches System aufnahm. Insbesondere mufs dem unbefangenen Forscher ein Kunstgriff auffallen, welchen ich zu

indirecte Demonstration des statischen Moments des Hebels ist für [illegible] den Menschen sattsam überzeugend, und die Theorie der Parallellinien unterliegt keinem vernünftigen Zweifel, aber dennoch gelten die Beweise beider nicht für mathematisch genügend.

1 Wissenschaftslehre. 1802.

sten durch den Ausdruck einer literärischen Taschenspie-
i bezeichnen möchte. Die ganze Demonstration der Grund-
cipien in einer solchen Naturphilosophie ist nämlich mit
hematisch klingenden Floskeln durchwebt, die zwar für
Geometer keinen Sinn haben, allein da diesem die phi-
phisch klingenden Worte unverständlich sind, der Philo-
dagegen sich nicht allezeit getrauet, streng geometrische
neln zu beurtheilen, so wagten beide nicht zu widerspre-
, aus Furcht, daſs ihr Urtheil nicht genug begründet seyn
ne. Zum Beweise führe ich das an, was über das Wesen
Materie gesagt ist[1]. §. 38. „Jedes einzelne Seyn ist als
ches eine bestimmte Form des Seyns der absoluten Iden-
it, nicht aber ihr Seyn selbst, welches nur in der Totali-
ist. §. 41. Jedes Einzelne ist in Bezug auf sich selbst
e Totalität. §. 51. Die erste relative Totalität ist die
terie. Beweis:

---

1 Ich entlehne dieses aus Schelling's eigener Darstellung seines
ems der Philosophie, in Zeitschrift für speculative Physik her-
egeben von Schelling. 2ten Bdes 2tes Ht. S. 1 ff. In einer frü-
Schrift desselben Verfassers, nämlich: Ideen zu einer Philoso-
der Natur. Leips. 1797. herrscht ein durchaus verschiedener Geist,
eine bestimmte Erklärung über das Wesen der Materie findet
darin nicht. Nur ungern habe ich dieses System berührt, da
einmal nach Ueberzeugung nicht anders darüber urtheilen kann,
hier geschehn ist; indeſs bei dem Aufsehen, welches dasselbe sei-
Zeit gemacht hat, glaubte ich es hier der Vollständigkeit wegen
t mit Stillschweigen übergehn zu dürfen. Um jedoch dem so
t möglichen Einwurfe zu begegnen, als ob diese angeführten
e eines vielseitig gefeierten Philosophen durch das Herausreiſsen
elben aus dem Zusammenhange entstellt seyen, theile ich die bei-
ersten Sätze, also den Anfang des Systems, gleichfalls mit: §. 1.
nenne Vernunft die absolute Vernunft, oder die Vernunft, inso-
n sie als totale Indifferenz des Subjectiven und Objectiven ge-
cht wird. §. 2. Auſser der Vernunft ist nichts und in ihr ist alles.
n. Es giebt keine Philosophie, als vom Standpunct des Absoluten,
über wird bei dieser ganzen Darstellung gar kein Zweifel sta-
rt: die Vernunft ist das Absolute, sobald sie gedacht wird, wie
es (§. 1.) bestimmt haben." — In dasjenige, was in einer an-
Schrift Schelling's, nämlich: Ueber das Verhältniſs des Realen
Idealen in der Natur u. s. w. Landshut 1807. über die Materie
gt ist, kann ich gleichfalls keinen Sinn bringen, und so ist es mir
unmöglich, das eigentlich Wesentliche hier kurz zusammenzustel-
so sehr ich dieses der Vollständigkeit wegen wünschte.

„A = B ist weder als relative Identität noch als relative „Duplicität etwas Reelles. — Als Identität kann A = B im „Einzelnen wie im Ganzen nur durch die Linie (§. 46) ausgedrückt werden. Aber in jener Linie ist A durchgängig als „seyend gesetzt. Also setzt diese Linie durchgängig A = B „als relative Totalität voraus; die relative Totalität ist also „das erste Vorausgesetzte, und wenn die relative Identität ist, „so ist sie nur durch jene" u. s. w. Als Probe der geometrischen Construction diene die erwähnte Linie und eine andere, wodurch der Sinn des Wortes Totalität deutlich werden soll. Es heifst zu §. 46: „Die Form des Seyns der absoluten Identität kann daher allgemein unter das Bild einer „Linie gebracht werden,

$$\frac{\overset{+}{A = B} \qquad\qquad \overset{+}{A = B}}{A = A}$$

„worin nach jeder Richtung dasselbe Identische, aber in „entgegengesetzten Richtungen mit überwiegendem A oder B „gesetzt ist, in den Gleichgewichtspunct aber das A = A „fällt." Ferner:

A = B
(relative Identität).

A B
(relative Duplicität).

A = B
(relative Totalität).

„In diesem Schema ist relative Identität von relativer Totalität unterschieden. Dagegen ist die absolute Identität nur „absolute Totalität, denn in derselben ist A und B gar nicht „als verschieden, mithin auch nicht als ideell oder reell gesetzt."

15) Unter den Naturphilosophen, oder denen, welche die Gesetze der Natur wissenschaftlich aufzufinden und zu begründen versuchten, folgt Hegel als Stifter einer Schule unmittelbar auf Schelling, und weil die von diesem gewählte Methode des Philosophirens so vielen Beifall gefunden hatte, so war es natürlich, dafs jener die nämliche Bahn betrat. Hegel gelangt zum Begriff der Materie durch vorausgehende

estimmung des Raumes und der Zeit nach seinen eigenen Vorten auf folgende Weise[1]: „Die erste oder unmittelbare Bestimmung der Natur ist die abstracte Allgemeinheit ihres Aufsersichseyns, — die vermittlungslose Gleichgültigkeit desselben, der Raum. Er ist das ganz ideelle Nebeneinander, weil er das Aufsersichseyn ist, und schlechthin continuirlich, weil diefs Aufser einander noch ganz abstract ist und keinen bestimmten Unterschied in sich hat. —. Die Negativität, die sich als Punct auf den Raum bezieht und in ihm ihre Bestimmungen als Linie und Fläche entwickelt, ist in der Sphäre des Aufsersichseyns ebensowohl für sich, und als gleichgültig gegen das ruhige Nebeneinander erscheinend. So für sich gesetzt ist sie die Zeit. Die Zeit, als die negative Einheit des Aufsersichseyns, ist gleichfalls ein schlechthin Abstractes, Ideelles. —. Sie ist das Seyn, das, indem es ist, nicht ist, und indem es nicht ist, ist; das, aber angeschaute, Werden, d. i. dafs die zwar schlechthin momentanen, d. i. unmittelbar sich aufhebenden Unterschiede als äeufserliche, d. i. jedoch sich selbst äufserliche, bestimmt sind. — Das Vergehen und Sich-wiedererzeugen des Raumes in Zeit und der Zeit im Raum; dafs die Zeit sich räumlich als Ort, aber diese gleichgültige Räumlichkeit ebenso unmittelbar zeitlich gesetzt wird, — ist die Bewegung; — ein Werden, das aber selbst ebenso sehr unmittelbar identische daseyende Einheit beider, die Materie, ist. — Die Materie hält sich gegen ihre Identität mit sich, durch das Moment ihrer Negativität, Verschiedenheit oder abstracten Vereinzelung, auseinander; sie enthält Repulsion. Ebenso wesentlich ist, weil diese Verschiedenen ein und dasselbe

---

1 Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Von G. W. F. Hegel. 2te Aufl. Heidelb. 1827. S. 225 ff. Um dem Vorwurfe der Entstellung zu entgehn, theile ich auch bei diesem Systeme die eigenen Worte mit; enthalte mich jedoch jeder Kritik, weil es dem mathematisch bestimmt denkenden und redenden Physiker für immer unmöglich seyn wird, das Aufsersichseyn eines Objectes überhaupt nur zu begreifen. Was Oken in seinem jüngst erschienenen Handbuche der Naturphilosophie S. 34. über Materie sagt, ist im gleichen Sinne geschrieben. Da es aber eben so unverständlich ist und noch keine Autorität erlangt hat, so glaube ich es ganz mit Stillschweigen übergehn zu dürfen.

„sind, die negative Einheit dieses aufsereinander-seyenden „Fürsichseyns; die Materie ist somit continuirlich und wirkt „Attraction."

Es wird künftig in der Geschichte der physikalischen Wissenschaften als eine höchst auffallende Erscheinung bemerkt werden, dafs gleichzeitig mit dem Idealismus der deutschen Naturphilosophen die strengste Atomistik in Haüy's Krystallologie und Richter's Stöchiometrie aufkamen, aber es wird dabei auch nicht unbeachtet bleiben, dafs die letztere eine unglaubliche Erweiterung der Wissenschaften herbeiführten, während die erstere wo nicht hindernd wirkte, doch auf jeden Fall ganz unfruchtbar blieb. Man mufs jedoch nicht glauben, dafs die deutschen Physiker insgesammt Anhänger der naturphilosophischen Speculationen wurden, vielmehr blieben alle bedeutende unter ihnen, z. B. Lichtenberg, J. T. Mayer, L. W. Gilbert, Tralles, v. Bohnenberger, E. G. Fischer, G. G. Schmidt, G. F. Parrot, Mollweide u. a. den Ansichten Newton's getreu, und hierdurch in Übereinstimmung mit den Ausländern, wenn gleich die meisten, um Anfeindungen zu vermeiden, sich nicht gegen die sogenannte dynamische Ansicht zu erklären wagten.

16) Wenn man alles dasjenige zusammennimmt, was meistens in einzelnen Bemerkungen von den Physikern des jetzigen Jahrhunderts über die Materie angenommen wird, so ist dieses ungefähr Folgendes. Man ist zuvörderst darüber allgemein einverstanden, dafs wir die Materie an sich und ihrem Wesen nach, gar nicht zu erkennen vermögen. Wir erhalten nämlich den Begriff des Materiellen nur durch Anschauung, weil *a priori* nichts gegeben ist, woraus dieser abgeleitet werden könnte, und die wirkliche, später nicht mehr zu beseitigende Anschauung bei jedem Menschen den übrigen metaphysischen Speculationen ebenso unwillkürlich als nothwendig vorausgeht. Die von uns erkannte Materie wird aber gröfstentheils in der Form der verschiedenen Körper wahrgenommen, und zeigt sich dabei nicht blofs mit verschiedenen, sondern auch so vielfach wechselnden Qualitäten, dafs wir die ihr wesentlich zukommenden nicht sofort zu bestimmen vermögen. Fangen wir demnächst an, die Körper zu zerlegen, um das Zufällige abzuscheiden und das wesentlich Bleibende zu erforschen, so werden die Theile so klein, dafs

sie unserer Wahrnehmung entschwinden, wodurch dann jede weitere Untersuchung unmöglich wird. Insofern aber die Materie als bereits existirend von uns erkannt wird, nach dem eben Gesagten aber weder die Art ihrer Entstehung, noch die absoluten Bedingungen ihres Seyns von uns erforscht werden können, weil ihre eigentliche Wesenheit gar nicht erkennbar ist, so kann blofs die Frage seyn, was die Materie für unsere Erkenntnifs derselben ist, oder welchen Begriff wir mit dem Ausdrucke Materie eigentlich verbinden. Der Zweck der ganzen Untersuchung kann daher nur seyn, keine Unbestimmtheit über den Begriff desjenigen zu lassen, was das Object der gesammten Naturforschung ist.

Zum Begriff der Materie gelangen wir durch Wahrnehmung der Körper, und da jeder Körper nach drei Dimensionen ausgedehnt ist, folglich einen Raum einnimmt, dieser Raum zwar kleiner werden kann als unsere Vorstellung reicht (da sich leicht nachweisen läfst, dafs z. B. der billionste Theil eines Sandkorns keine deutlich oder überhaupt vorstellbare Gröfse mehr ist), nie aber unendlich klein werden kann, so lange unser Begriff von Materie und Ausdehnung statt finden soll, weil das geometrisch unendlich Kleine und unendlich Grofse aufser den Grenzen des endlichen Verstandes liegt und in der Geometrie selbst nie ein Gegenstand wirklicher Messung ist, so folgt hieraus unmittelbar, dafs der Begriff des Ausgedehntseyns mit unserer Vorstellung der Materie nothwendig verbunden ist. Sofern aber von keiner andern Materie, als der von uns vorgestellten, die Rede seyn kann, so nennen wir mit Recht *Ausdehnung* als nothwendige erste Bedingung unsers Begriffes von der Materie, oder, mit andern Worten, wir legen der Materie die Ausdehnung als ihr nothwendig zukommend bei. Es ist hiernach also gewifs, dafs der Begriff der Ausdehnung mit der Vorstellung der Materie nothwendig verbunden sey, wozu man noch setzen kann, dafs die Ausdehnung, als selbst räumlich, zugleich im Raume gedacht werden mufs; wenn aber Kant die Materie das Bewegliche im Raume nennt, so streitet hiergegen die unleugbare Thatsache, dafs man lange Zeit die ganze Erde als ausgedehnt und materiell, aber als unbeweglich im Raume gedacht hat, mithin mufs die Materie auch als unbeweglich gedacht werden können, abgesehn davon, dafs die Frage über

die Beweglichkeit der bereits als existirend gedachten Materie erst dann gegeben werden kann, wenn ein neuer Begriff, nämlich der einer Veränderung ihres Orts, hinzukommt.

Die erste Bedingung des Seyns der Materie, wie sie von uns vorgestellt wird, ist also Ausdehnung. Diese Ausdehnung muſs aber nach drei Dimensionen statt finden, weil weder die geometrische Linie noch die Fläche für materiell gilt. Die Materie ist aber nicht die bloſse Ausdehnung, denn dieses ist ein abstracter Begriff, noch auch das Ausgedehnte, der Raum, welchen die Geometrie miſst, denn wir nennen ebensowenig den Raum, welchen drei Linien einschlieſsen, als denjenigen, welcher durch sechs gleiche quadratische Flächen umschlossen wird, materiell, überlassen vielmehr die Ausmessung des bloſsen Raumes der Geometrie, welche den nach drei Dimensionen ausgedehnten Raum sogar einen Körper, aber in dieser Beziehung einen geometrischen nennt, insofern sie nichts anderes als die Grenzen des Raumes berücksichtigt[1]. Weil aber die Materie durch ihre Ausdehnung den Raum giebt, welcher ohne die Materie ein nicht materieller, bloſs geometrischer seyn würde, muſs sie auch nothwendig im Raume anwesend seyn, mithin das Leerseyn desselben aufheben, ihn folglich erfüllen, und man ist also hierdurch gezwungen zu gestehn, daſs die unserer Vorstellung gegebene Materie den Raum durch ihr bloſses Seyn, durch ihre Existenz erfülle. Hiergegen kann die Porosität vieler Körper keinen Einwurf bilden, denn wo Poren sind, da ist auch keine Materie. Kant hat zwar hiergegen eingewandt, daſs die Materie den Raum nicht durch ihre bloſse Existenz erfüllen könne; weil einen Raum erfüllen so viel heiſse, als jedem Eindringenden Widerstand leisten, wozu eine Kraft erfordert werde, allein gegen dieses Argument haben sich bereits Mayer und v. Busse erklärt[2], und es fällt auch leicht in die Augen, daſs dasselbe auf einer falschen Definition beruht, aus welcher dann weiter geschlossen wird; das Widerstandleisten gegen eindringende Materie setzt eine Thätigkeit der letztern, als bereits existirenden, voraus, da hier nur erst von ihrer Existenz die Rede ist, ohne irgend

1 Vergl. Musschenbroek Introd. T. I. §. CXLVIII. ff.
2 An oben ang. Orten.

itigkeit oder Veränderung, also auch ohne Bewegung, in-
rn es doch wohl keinem Zweifel unterliegt, dafs die Ma-
als ruhend und ohne Thätigkeit vorgestellt werden
ne[1].

17) Ist es somit erwiesen, dafs die von uns vorgestellte
erie ausgedehnt und den Raum erfüllend genannt werden
se, so ist hiermit die zweite ihr nothwendig zukommende
nschaft, nämlich die *Undurchdringlichkeit*, von selbst ge-
n, indem diese weiter nichts sagt, als dafs durch das an-
mmene Seyn derselben im Raume das Vorhandenseyn ei-
andern Materie in ebendemselben ausgeschlossen wird.
hierbei Mifsverständnisse zu vermeiden, mufs man zuge-
, dafs das Wort Undurchdringlichkeit, welches seine al-
surpirten Rechte auch gegenwärtig noch behauptet, nicht
zweckmäfsig gewählt sey, indem das Durchdringen so-
als ein temporäres Hindurchgehn bezeichnet, die Undurch-
lichkeit der Materie aber eine bleibende Anwesenheit ei-
laterie in dem von einer andern Materie bereits erfüllten
ie ausschliefst. Will man indefs hierbei nicht zu strenge
so mufs eine durchdringende Materie auf jeden Fall
nd einer endlichen Zeit in dem gegebenen Raume an-
d seyn, während welcher in dem von ihr eingenom-
Raume eine andere nicht zugleich seyn kann, weil sonst
in Beziehung auf diese wesentliche Bedingung ihre Exi-
nämlich die Raumerfüllung, als verschieden gesetzte
en zugleich auch gleich seyn müfsten, was ein unmit-
r Widerspruch seyn würde, und somit kann das hierdurch

Mollweide in Gehlen's Journ. 1806. Th. I. S. 658. hat bereits
Aufgabe sehr klar und bestimmt gelöset. Er sagt: „Es ist son-
r, dafs Kant den Satz des zureichenden Grundes selbst auf
aterie anwendet, und doch den Satz des Widerspruches nicht
angewandt wissen will. Man kann ihm aber eben so gut, wie
t, dafs der Satz des Widerspruchs keine Materie zurücktreibe,
genseten, dafs noch viel weniger der Satz des zureichenden
es eine Materie in Bewegung halte. Kant scheint mir hierbei
ar zu schikaniren; denn es ist ja nicht davon die Rede, was
tz des Widerspruchs oder zureichenden Grundes *bewirke*, son-
as aus dem Erfahrungsbegriffe der Materie nach den Gesetzen
enkens nothwendig folge." Vergl. J. T. Mayer in Gren's
VII. 211 u. 212.

näher erklärte Wort Undurchdringlichkeit zur Bezeichnung der zweiten nothwendigen Bedingung oder wesentlichen Eigenschaft der Materie immerhin beibehalten werden.

18) Aufser diesen beiden mit und durch die Existenz der Materie (sofern nicht von ihrem eigentlichen Wesen, sondern nur von unserer Vorstellung derselben die Rede ist) gegebenen wesentlichen und nothwendigen Eigenschaften derselben giebt es keine[1]; inzwischen liegt dieser Mangel einer weitern Bestimmung ohne Zweifel blofs an unserer unvollkommenen Kenntnifs, die anderweitigen nähern Bestimmungen ein Ziel setzt, insbesondere deswegen, weil wir zu diesem Behuf die Materie kennen müfsten, um nicht vom Einzelnen auf das Allgemeine unbegründete Schlüsse zu fällen. Zunächst kann man wohl *Beweglichkeit* als aller Materie zukommend betrachten, insofern nach unserer bestehenden Kenntnifs derselben keine unbewegliche und wohl kaum eine unbewegte Materie vorhanden ist, so dafs es vielleicht unmöglich seyn würde, die allgemeine Behauptung ihrer Beweglichkeit zu widerlegen, wenn die Gesetze der Logik diese aufzustellen verstatteten.

19) Eine hiermit sehr nahe zusammenhängende Frage ist die, ob die Materie ursprünglich und nothwendig mit Kräften verbunden sey. Es läfst sich hierauf antworten, dafs allerdings Kräfte in der materiellen Natur vorhanden seyn [illegible] auch in Folge unserer Vorstellung von der Materie angenommen werden müssen, weil durch ihre blofse Existenz und ihren Bedingung, nämlich Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, keine Ursache zu irgend einer der zahllosen Veränderungen gegeben ist, die sich unserer Beobachtung unausgesetzt darbieten; in welchem Verhältnisse jedoch die Kräfte zur Materie stehn, wird so lange ungewifs bleiben, als wir das eigentliche Wesen beider nicht kennen. Die Behauptung, man könne eine Sache nur so und nicht anders vorgestellt wer-

1 Die sonstigen Eigenschaften, welche andere Physiker als wesentliche derselben beilegen, z. B. Th. Young in Lect. T. I. p. [illegible], fallen entweder hiermit zusammen, oder sind nicht als nothwendig zu betrachten, z. B. die Theilbarkeit, die auf materielle Atome nicht anwendbar ist, die Trägheit, welche nicht zum Begriffe der Materie nothwendig gehört, und Gravitation, deren Allgemeinheit noch nicht einmal erwiesen ist.

fordert zwar weit mehr Vorsicht, als meistens dabei angeandt wird, weil genau genommen einem jeden nur über sein dividuelles Vorstellungsvermögen ein Urtheil zusteht, allein dem vorliegenden Falle läfst sich doch mit Grunde sagen, ſs die Materie allerdings als das Todte, aller Kräfte beraubte, rstellbar sey, weil die Mechanik in ihren gesammten Deonstrationen sie als solche betrachtet. Hiernach wird indefs cht entschieden, dafs dieses wesentlich so sey, und das rkliche Verhältnifs der Materie und Kräfte zu einander kann her weder durch Speculation, noch durch Erfahrung ergrünt werden. . . Ebenso wenig sicher ist die Entscheidung darer, ob es Kräfte giebt, die der Materie vorausgehn (Kant's undkräfte), ob allgemeine und specielle, primitive und ableitete u. s. w., allein zum Glück sind alle diese abstracten itersuchungen für die auf Erfahrung gestützte Physik nach em jetzigen Bestande noch von sehr geringem Nutzen[1]. ne allgemeine, allem Materiellen zukommende Kraft scheint *Anziehung* zu seyn, deren Wirkungen die Erfahrung übernachweiset und die daher bereits für sich untersucht worn ist[2], deren eigentliches Wesen wir jedoch ihrer Allgeinheit ungeachtet noch nicht kennen. Man hat gefolgert, s durch anhaltende Wirksamkeit dieser Attraction alles Maielle endlich zu einer absolut dichten Masse vereint werı müsse und daher eine ihr entgegenwirkende *Abstofsungsft* erfordert werde, um jenen Einflufs zu mindern; allein ser Schlufs ist unzulässig, indem jene Bedingung durch den echsel der ungleichen Anziehungen verschiedener in Conflict nmender Materien erreicht werden könnte. Folgte z. B. eine terie A der Anziehung gegen eine andere B, und käme e dritte C mit einer ungleichen Anziehung gegen A und B zu, so würde jene erstere zwischen A und B hierdurch lingt werden; das Nämliche könnte dann wieder in Beziehg auf eine weitere D der Fall seyn, und sofort mit den nnigfaltigsten durch Masse und Entfernung gegebenen Mocationen, so dafs bei der unübersehbaren Gröfse der Natur endliche Erfolg aller dieser wechselnden Conflicte gar ht zu berechnen seyn würde. Nur zwei Sätze sind in

1 Vergl. Art. *Kraft*.
2 Vergl. *Anziehung*.

dieser, dem menschlichen Verstande vielleicht nie lösbaren Aufgabe als gewiſs zu betrachten, nämlich zuerst, daſs es bis jezt keine Erscheinung giebt, deren Erklärung die Annahme einer Repulsivkraft nothwendig fordert[1], und zweitens, daſs beide Kräfte, Anziehung und Abstoſsung, nicht als einander absolut entgegengesetzte Grundkräfte vorhanden seyn können, weil sie sich sonst als positiv und negativ um gleiche Gröſsen aufheben, und nur einen Rest der einen oder der andern übrig lassen müſsten. Die Nachfolger Kant's reden zwar von einem stets wechselnden Conflicte beider, allein dieser ist unstatthaft, weil sie sonst selbstständig wollend seyn müſsten, und somit nicht in das Gebiet der Naturlehre gehörten, oder auſser ihnen noch eine dritte, ihre Thätigkeit bedingende Kraft erfordert würde, für welche dann abermals freie Willensäuſserung anzunehmen wäre und so in endloser Speculation weiter. Hiermit ist indeſs bloſs der Beweis einer nothwendigen Existenz einer solchen Dehnkraft umgestoſsen, keineswegs aber bewiesen, daſs dieselbe nicht existiren könne oder nicht wirklich existire.

20) Nach Kant ist die Materie ins Unendliche theilbar, und man hat es seitdem als einen Vorzug der dynamischen Theorie vor der atomistischen angesehn, daſs die letztere mit Willkür untrennbare Atome und leere Zwischenräume annehmen müsse, was die erstere nicht bedürfe; wobei es jedoch fraglich bleibt, ob die Annahme einer unendlichen Theilbarkeit nicht gleichfalls willkürlich und unbegründet sey. Die Frage, ob man bei fortgehender Theilung der Materie endlich untheilbare Elemente, Atome, erhalte, ist indeſs schon alt, und hat die verschiedenen Hypothesen über das eigentliche Wesen der Materie veranlaſst. Biot[2] erklärt das Ganze für einen bloſsen Wortstreit, und unterscheidet die geometrische Theilung von der physischen, wovon jene ins Unendliche gehn, diese aber überall unbestimmbar seyn soll. Allerdings beruht die Sache auf einem Wortstreite, läſst sich jedoch auf bestimmte Sätze zurückbringen, wenn man sie noch etwas schärfer auffaſst, als dort geschehn ist. Zuvörderst wird, nach der gewöhnlichen Ansicht der Sache, für unbestreitbar an-

1 Vergl. J. T. Mayer in Gren's Journ. VII. p. 212.
2 Traité de Phys. cet. T. I. p. 4.

ımmen, dafs der Raum ins Unendliche oder unendlich theil-r sey. Ist nämlich ein endlicher Raum gegeben, so läfst :h dieser halbiren und die Hälfte abermals, so dafs dieses ›gen mangelnder Bedingung des Aufhörens ins Unendliche ·tgehn mufs. Wird auf gleiche Weise ein endlicher Raum rch eine Linie bc bezeichnet, so kann von einem in end-her Entfernung von beiden liegenden Puncte a aus eine endliche Menge geometrischer divergirender Linien gezo-ı werden, welche insgesammt die Linie bc schneidend se in eine unendliche Menge Theile theilen, da geome-che Linien keine Dicke haben, mithin den Raum bc erfüllen. Beide Sätze werden auf die Materie angewandt, em man sagt, dafs auch hierbei kein Grund vorhanden sey, fortgesetzten Halbirungen abzubrechen, und es müsse von em materiellen Faden bc das Nämliche gelten, was von der hematischen Linie erwiesen sey. Hiergegen läfst sich nun ır einwenden, dafs diese Folgerung unbewiesen ist, weil rst zwischen einem materiellen Faden und einer geometri-›n Linie ein Unterschied statt findet, mithin von beiden ıt ohne Weiteres das Nämliche prädicirt werden kann, zweitens folgt die unendliche Theilbarkeit nicht aus dem ›benen Begriffe der Materie, wonach sie das Bewegliche Raume seyn solle[1]. Die Aufgabe läfst sich indefs von ei-andern Seite betrachtet lichtvoller darstellen. Es liegt lich hierbei abermals eine Verwechslung der Begriffe: ins ndliche und unendlich klein, zum Grunde. *Ins Unend-e theilen* heifst nichts weiter als verneinen, dafs ein Grund Aufhören des Theilens vorhanden sey, *unendlich* theilen ıt aber die Theilung bis so weit fortsetzen, dafs die Theile e mefsbare Gröfsen, und da die Geometrie sich blofs mit Ausmessen der Gröfsen beschäftigt, überall keine Gröfsen

1 Ich finde den von Kant gegebenen Beweis der unendlichen lbarkeit S. 34. ganz unhaltbar, und will, um kurz zu seyn, nur ırken, dafs die Materie, als durch ursprüngliche Ausdehnungs- undurchdringlich gesetzt, dieser ihrer Wesenheit nach dem Tren-en oder Theilenden unüberwindlichen Widerstand entgegensetzen somit die Theilung unmöglich machen müfste. Gilt ferner der ict der Grundkräfte für jeden Punct, so ist letzterer entweder nathematischer oder nicht. Im ersten Falle ist Raum und Mate-ins, im letztern kann von einem mathematischen und materiellen :te nicht das Nämliche prädicirt werden.

mehr sind, folglich mit dem *Nichts* zusammenfallen. Eben darum läſst sich das Unendlichkleine nicht mit einander vergleichen, sondern ist allezeit sich selbst gleich; auch kann es nicht summirt werden, indem vielmehr eine unendliche Menge unendlich kleiner Theile erfordert wird, um eine, auch nur die kleinste, endliche Gröſse zu erhalten; eine unendliche Menge kann aber nie gegeben werden, weil mit dem Aufhören des Hinzusetzens oder Vermehrens auch das Wesen der Unendlichkeit (die jedes Ende negirt) aufgehoben würde.

Daſs diese Ansicht vollkommen richtig sey, kann sogar geometrisch demonstrirt werden. Wird nämlich die Linie bc durch eine unendliche Menge vom Puncte a ausgehender divergirender Linien, deren äuſserste ag und af seyn mögen, in unendlich kleine Theile getheilt, so muſs eben dieses auch bei der beliebig entfernten de der Fall seyn. Weil aber de offenbar gröſser ist als bc, so würde hieraus folgen, daſs eine gleiche Menge unendlich kleiner Theile verschiedene groſse endliche Gröſsen gäben, was mit sich selbst im Widerspruch steht. Nach den richtigen Grundsätzen der Geometrie gibt aber erst eine unendliche Menge unendlich kleiner Theile eine endliche Gröſse, die jedoch nicht zu erhalten steht, weil eben das Ende des Zusammennehmens im Begriffe selbst verneint wird. So lange daher bei den Linien bc und de bloſs von unendlich kleinen Theilen die Rede ist, findet die Verneinung des Vorhandenseyns einer endlichen oder meſsbaren Gröſse statt, und ihre anderweitig bekannte endliche Gröſse kommt gar nicht in Betrachtung[1]. Sogar in der Praxis geht die Richtigkeit dieser Bestimmungen der überall consequenten Geometrie hervor. Zwei in einigen Fuſs Abstand von einander herabhängende Lothe heiſsen nämlich parallel, jedoch nur insofern, als ihre nicht absolut unendlich kleine Divergenz als wirklich unendlich klein betrachtet, und somit = 0 gesetzt wird.

1 Eine ähnliche Beseitigung eines sophistischen Satzes findet man im Art. *Bewegung* Bd. I. S. 928. Es läſst sich hieraus entnehmen, wie sehr groſsen Abbruch der von Kant begonnene, von den spätern deutschen Naturphilosophen bis zum Uebermaſs nachgeahmte Miſsbrauch des Ausdrucks: Unendlich, der richtigen Forschung thun muſste, welcher nur dazu führte, die Erkenntniſs der Wahrheit Denen unmöglich zu machen, welche von der sogenannten Rechnung des Unendlichen etwas gehört hatten, ohne es zu verstehen.

21) Es ist sehr leicht, hiervon eine Anwendung auf die
ıendliche Theilbarkeit der Materie zu machen. Man darf
erdings sagen, die Materie sey *ins Unendliche* theilbar, und
rar in zweifacher Beziehung. Zuerst läfst jeder wirklich ge-
bene Körper sich halbiren, die Hälfte wieder und so fort,
ne dafs jemand wegen Mangels an Kenntnifs des eigentli-
en Wesens der Materie und der Gröfse ihrer hypotheti-
ıen Atome sagen kann, eine weitere Theilung sey unmög-
h. Hier ist also die Behauptung einer Theilung ins Un-
dliche nichts weiter als eine Negation unserer Kenntnifs der
rklichen Gröfse der Körperelemente. Zweitens kann jene
hauptung in dem Sinne aufgestellt werden, dafs wirklich
ıle Körper factisch in kleinere Theile sich zerlegen lassen,
welche noch Gegenstand unserer Messung und Vorstellung
ıiben, wie schon oben bemerkt worden ist[1]. Es kann jedoch kei-
ıwegs mit scharfer Begriffsbestimmung gesagt werden, die Ma-
ie sey unendlich theilbar, oder es gebe unendlich kleine Theile
r Materie; denn da das mathematische unendlich Kleine mit
m Nichts zusammenfällt und von beiden nichts prädicirt
ırden kann, so würde dieses so viel heifsen, als es gebe
ı Nichts, von dem nichts prädicirt werden könne, welches
ır zugleich ein Etwas sey, von dem etwas prädicirt wer-
ı könne. Zugleich kann das Unendlichkleine nicht sum-
rt werden, und wollte man sagen, dafs eben die unendli-
ı Menge der unendlich kleinen Theilchen eines Körpers
ɛeint diesen wieder geben müfsten, so ist dieses zwar ein
ız artiges Spiel mit Worten, allein dabei ist vergessen, dafs
:h der eben mitgetheilten geometrischen Demonstration die
endliche Menge unendlich kleiner Theilchen das aus ihnen
ɾvorgehende Endliche gar nicht zu bestimmen vermag, ab-
:echnet, dafs es hiernach auch erlaubt seyn müfste, den
ırper vorher erst in zwei oder mehrere Theile zu theilen,
ınach es dann zwei halbe unendliche Mengen unendlich
ıiner Theile gäbe, eine Absurdität, aus welcher deutlich
ɾvorgeht, dafs der Begriff des unendlich Kleinen auf die
em Wesen nach stets endliche Materie gar keine Anwen-
ng leidet. Die Materie endlich ist das Ausgedehnte im
ume, das Raum Erfüllende, der körperliche Raum aber hat

1 Vergl. *Theilbarkeit.*

drei Dimensionen, welche allezeit meſsbar, also endlich seyn müssen, und nie unendlich klein, d. h. = 0, werden können, ohne in einen geometrischen Punct überzugehn, und somit aufzuhören materiell zu seyn[1].

Die dynamische Hypothese überhebt den Forscher mancher schwierigen Untersuchungen, läſst ihn aber ganz unbefriedigt über das Wesen und den Aggregatzustand der Materie, und trennt die abstracten Bestimmungen über dieselbe gänzlich von den Erscheinungen, welche die Beobachtungen darbieten. Ihr entgegen steht die atomistische oder Corpusculartheorie, welche sich jedoch von der ältern wesentlich dadurch unterscheidet, daſs man damals die Gestalt und die wesentlichen Eigenschaften der Atome vorläufig bestimmte, um aus diesen dann die Erscheinungen in der Natur abzuleiten, daſs dagegen jetzt nach einem umgekehrten Verfahren ohne irgend eine vorläufige Bestimmung versucht wird, wohin die Zergliederung der Körper und die Untersuchung ihres verschiedenen Verhaltens endlich führen möge. Auf diesem Wege ist man zwar bis jetzt noch nicht zu dem gewünschten Ziele gelangt, allein er bewahrt mindestens vor Verirrungen, welche durch Aufhebung fortgesetzter Untersuchungen die endliche Auffindung der Wahrheit unmöglich machen.

22) Die *Körper*, welche eigentlich in willkürliche begrenzende Flächen eingeschlossene Materie sind[2], lassen sich insgesammt in Theile zerlegen, die durch fortgesetzte Theilung stets kleiner und kleiner werden, bis sie unserer Wahrnehmung und Messung entschwinden. Da es nach dem be-

---

1 Kant vergleicht das unendlich kleine Theilchen der Materie mit einem geometrischen Puncte. Allein der geometrische Punct ist die Grenze der Linie, mithin ein bloſser Begriff und kann nie Realität erhalten, eben so wenig als die Grenze der Fläche, die Linie; denn gäbe man jemanden auch die Grenzen aller Staaten der Erde, so hätte er doch noch kein Sandkörnchen Eigenthum.

2 Der Begriff des Wortes Körper ist nicht genau bestimmt, indem es bald Materie überhaupt, bald in geometrische Grenzen eingeschlossene Materie bezeichnet. So heiſst die Luft ein Körper (sollte eigentlich heiſsen ein Körperliches, etwas Materielles) und auch die Kugel, der Würfel u. s. w. heiſsen Körper. Letzterer, auch der Geometrie eigenthümliche, Sprachgebrauch ist der richtige, und dann ist der geometrische Körper der bloſs begrenzte, der physische der zugleich mit Materie erfüllte, endlich begrenzte Raum.

igen Betrachtungen unstatthaft ist, eine geometrisch un-liche Theilung derselben anzunehmen, wie unmeſsbar klein Theilchen auch immer werden mögen, und wir sonach lieſsen müssen, daſs man zuletzt zu untheilbaren Theilchen, r Atomen, gelangen müsse, so führt dieses zu einer dop-ten Frage, nämlich zuerst, *ob diese Atome gleich oder schieden geformt sind, und* zweitens, *ob sie insgesammt iche oder verschiedene Gröſse haben.* Liegt es gleich au-den Grenzen der Möglichkeit, diese Fragen direct zu ntworten, da dieses nur vermittelst der Beobachtungen und ssungen geschehn könnte, so lassen sich doch auf unzwei-lafte Wahrnehmungen mindestens sehr wahrscheinliche Schlüs-gründen. Bei einer Zertheilung organischer Körper oder roskopischer Beobachtung derselben zeigt sich eine unver-nbare Regelmäſsigkeit ihrer feinern Bestandtheile, die sich Fäden, Lamellen, Häute u. s. w. absondern lassen. Mi-skopische Beobachtungen, welche ich mit den aus Brod, hl, gekochten Kartoffeln u. s. w. im Wasser entstandenen isten leblosen Gebilden anstellte, zeigten mir dieselben aus ien einzelnen und kreuzweise gelagerten Cylinderchen be-hend. Gekochtes und im Wasser fein vertheiltes Stärke-hl namentlich, welches zehn Jahre unter sehr verschiedenen flüssen in einem verschlossenen Glase gestanden hatte, war einer aus lauter vereinten Fäden bestehenden Masse um-wandelt. Ungleich mehr aber zeigt sich bei einer groſsen nge unorganischer Körper, namentlich bei den krystallisir-, nicht bloſs im Allgemeinen eine regelmäſsige Gestalt, son-n manche derselben lassen sich als Combinationen zweier er mehrerer einfacher Gestalten betrachten. Man kann sie ner meistens nach gewissen Richtungen leicht spalten, die n den Mineralogen *Blätterdurchgänge* genannt werden, en jeder Krystall mindestens drei mehr oder minder leicht zufindende hat[1]. Die Gestalt, welche der natürliche ystall darbietet, nennt Haüy die abgeleitete (*forme secon-ire*), diejenige aber, welche man nach Wegnahme der äu-

---

1 Daniell hat gezeigt, daſs sie nicht bloſs durch mechanische, ndern auch durch chemische Trennungsmittel zum Vorschein kom-n. Journ. of the Royal Inst. N. 1. p. 24. Daraus in Schweigg. urn. XIX. p. 38.

ßern Theile als Hauptgestalt erhält, ursprüngliche oder *Kerngestalt* (*forme primitive*). Die Menge der abgeleiteten Gestalten ist sehr groſs, der ursprünglichen oder Kerngestalten giebt es aber nur sechs, nämlich das regelmäſsige Tetraeder, das Parallelopipedon (wozu auſser dem regelmäſsigen jede vierseitige Doppelpyramide gehört), das regelmäſsige sechsseitige Prisma, das Dodekaeder mit vierseitigen Flächen und das Triangulardodekaeder. Die weitere Zertheilung der beiden genannten Krystallformen oder eigentlicher der letzteren führt zu stets kleinern, so weit die Beobachtung reicht, sich stets gleichbleibenden Theilchen, welche HAUY in ihrer kleinsten, keine weitere Theilung zulassenden Ausdehnung als *Grundbestandtheile* der Krystalle (*molécules intégrantes*) betrachtet. Es ist von selbst einleuchtend, daſs diese nichts anders als Atome sind, und es mag daher hier ein für allemal gesagt werden, daſs die Mineralogen, Chemiker und Physiker nur den verpönten Namen Atome zu umgehn suchen, da doch Molecüle, chemische Aequivalente, Gewichttheilchen u. s. w. nichts anderes sind, als die kleinsten, nicht weiter trennbaren Grundbestandtheile der Körper, die daher mit dem alten, ihr Wesen genau bezeichnenden Namen Atome am besten benannt werden. Nach HAUY giebt es nur drei Formen der Molecülen, nämlich das Parallelopipedon, das Tetraeder und die dreiseitige Säule, weil diese Körper von der geringsten Menge von Flächen begrenzt sind, und zur Erzeugung sämmtlicher Kerngestalten ausreichen. Bei ihrer Kleinheit würde indeſs eine bloſse Aggregation derselben keinen regelmäſsigen Körper bilden, und es wird daher angenommen, daſs sie gewisse Axen haben, die in bestimmten Richtungen Anziehung gegen einander ausüben, wodurch dann die Regelmäſsigkeit ihrer Lagerung bedingt wird, wie man sich leicht vorstellen kann. Auf diese Weise wird es erklärlich, wie Krystalle mit Kerngestalten und secundären Gestalten allmälig wachsen, wenn die in den auflösenden Flüssigkeiten leicht beweglichen Molecüle sich auf die Oberflächen der anfänglich gebildeten Krystalle lagern[1], sobald sie von diesen stärker als von dem auflösenden Mittel angezogen werden.

---

1 HAUY Lehrbuch der Mineralogie u. s. w. Ueb. von D. L. G. KARSTEN Leipz. 1804. Th. I. i. A. Ueber das Ganze vergleiche den

23) Nach dieser Ansicht sind also die Atome derjenigen
per, welche krystallisiren, regelmäfsig geformt, eine Hy-
iese, welche die Erscheinungen am leichtesten erklärt und
fern mindestens einige Unterstützung in der Erfahrung hat,
die Formen der Theile bei fortgesetzter Theilung sich
ch bleiben, mithin auch als gleichbleibend betrachtet wer-
können, wie weit man auch die Theilung fortgesetzt den-
mag[1]. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dafs es nur
ige Krystalle einfacher Stoffe giebt, nämlich den Diamant
die meisten Metalle, alle übrige bestehn aus binären oder
rfach binären Verbindungen, und es ist sonach die Frage,
die zur Bildung dieser Krystalle dienenden Atome gleich-
s für geformt zu halten sind. Die Beantwortung derselben
rt indefs zu einer andern, nämlich ob Gründe vorhanden
l, alle Atome für geformt zu halten, und falls diese ver-
ıt werden sollte, welche von ihnen.

Wenn die atomistische Hypothese hierüber keine Auskunft
t, so berechtigt dieses keineswegs dazu, der entgegenge-
ten dynamischen den Vorzug einzuräumen, denn diese läfst
r die verschiedene Beschaffenheit der Körper völlig im
nkeln. Da es jedoch unmöglich ist, über diese aufser den
nzen der Erfahrung liegende Probleme nur mit überwie-
der Wahrscheinlichkeit, viel weniger mit Gewifsheit, ir-
d etwas zu bestimmen, so läfst sich blofs etwa Folgendes
eben. Zuvörderst ist eine Verschiedenheit der einzelnen
teriellen Stoffe keinen Augenblick zu bezweifeln; denn
T[2] sagt mit Recht, das Gold z. B. und jeder sonstige ein-
he Körper bleibt stets derselbe und mit den nämlichen Ei-
ıschaften versehn, wie vielfach auch die Verbindungen seyn
gen, in welche wir denselben bringen. Zweitens mufs je-
s Atom der Natur der Sache nach geformt seyn, denn es
ibt stets materiell, mithin ausgedehnt, und jede Ausdehnung,

———

t. *Krystall*, insbesondere *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1340. Nach
ART zeigen auch nicht krystallisirte Metalle auf ihrer Oberfläche
e Art krystallinischen Gefüges, welches namentlich beim Moiré
tallique sichtbar wird. An. Ch. Ph. XLI. 61.

1 Auch nach DE LA METHERIE in Journ. de Phys. T. LXXI. p.
7. kommt die Gestalt der Molecülen bei der Bildung der Körper
cht weniger in Betrachtung als ihre Masse.

2 Traité u. s. w. T. I. p. 5.

wie klein sie auch seyn mag, setzt allezeit eine Form voraus. Hierauf führt auch die Erfahrung, insofern die kleinsten, dem Auge entschwindenden, mithin um so mehr formlosen Bestandtheile der Körper unter stark vergröſsernden Mikroskopen wieder geformt erscheinen, was zu dem Schlusse berechtigt, daſs dieses fortwährend der Fall seyn würde, wenn wir die Vergröſserungen ohne Grenzen zu erhöhen vermöchten. Es ist daher auch kaum zweifelhaft, daſs alle Atome der sinnlichen Materie gleich geformt sind, und es bleibt somit blos im Dunkeln, ob alle Atome einander gleich und ob sie insgesammt oder einige derselben reguläre Körper sind. Hierüber eine auch nur wahrscheinliche Vermuthung aufzustellen, würde mit dem Geiste einer Naturphilosophie streiten, deren unverbrüchliches Gesetz ist, sich nie zu weit von der Erfahrung zu entfernen. Alle die zahllosen Gestalten aber, unter denen uns die mannigfaltigen organischen und unorganischen Körper erscheinen, zu einem Gemeinsamen zu verbinden, und die Formen der sie bildenden Atome daraus zu bestimmen, liegt ganz auſser den Grenzen des menschlichen Forschungsvermögens. Wenn also von den Formen der Atome (*molecules intégrantes*) einiger Krystalle geredet wird, so gilt dieses blofs als ein Versuch, auf diese hypothetisch die Entstehung der Kerngestalten und der abgeleiteten zurückzuführen, mithin nur einen einzigen Schritt weiter zu gehn, als der durch Erfahrung gebahnte Weg vorliegt, ohne mit ungebührlicher Dreistigkeit das dunkle Gebiet der Untersuchungen über das eigentliche Wesen der Materie zu betreten.

24) Einige Gelehrte haben beiläufig geäuſsert, die verschiedene Form der Krystalle lasse sich auf bloſs kugelförmige Atome zurückführen, und es sey daher am natürlichsten, diese Gestalt als die einfachste allen beizulegen. Es liegt in der Natur der Sache, daſs ein solcher Satz bloſs als Hypothese aufgestellt wurde, um die Möglichkeit einer Construction der verschieden gestalteten regelmäſsigen Krystalle aus kugelförmigen Atomen nachzuweisen, ohne auf das Ganze einen besondern Werth zu legen. Bei der später zu erwähnenden Hypothese, wonach die Körper insgesammt aus Atomen mit Wärmeatmosphären umgeben bestehn sollen, wird die Form der Atome entweder als auſserwesentlich betrachtet, oder die Kugelgestalt, als die einfachste, ohne ausdrückliche Bestimmung

schweigend vorausgesetzt. Sollen aber die verschieden geeten, in ihrer Kernform jedoch einander stets gleichen stalle insgesammt aus kugelförmigen Atomen gebildet wer-, und will man zur Erklärung ihrer Verschiedenheit nicht scholastischer Weise zu gewissen unbekannten Kräften Zuflucht nehmen, so müssen den Molecülen Axen beigewerden, welche die Richtung der Anziehung bedingen somit verschiedenförmige Kerngestalten erzeugen. Unter Versuchen einer solchen Erklärungsart scheint mir der Seeber[1] am gelungensten, indem zuerst nachgewiesen l, auf welche Weise nach Haüy aus den Elementarmolen die Kerngestalten der Krystalle entstehn können, dann die allerdings gegründete Bemerkung folgt, dafs nach der tellung jenes berühmten Mineralogen die Flächen der porischen Molecülen sich berühren müfsten, was gegen die mmenziehung der Körper durch Kälte streitet, und hierberuhn dann die Gründe zu der neuen Theorie. Läfst gleich hiergegen mit Grunde einwenden, dafs aus der porischen Gestalt der Atome keineswegs die unmittelbare Beıng nothwendig folgt, indem ja selbst zwei völlig ebene gelscheiben unter dem Recipienten der Luftpumpe und bedeutenden Gewichten beschwert sich nicht völlig been, weil sonst der unter ein Viertel der Lichtwellenlänge sinkende Zwischenraum zwischen ihnen sich schwarz zeimüfste[2], so ist es doch offenbar einfacher und zur Ering der Bildung aller, auch der nicht krystallisirten, Körgeeigneter, den sämmtlichen Atomen die Kugelgestalt beigen, und aus diesen durch die eigenthümliche Anziehung Axen die parallelopipedische Gestalt abzuleiten, welche zur Bildung aller Kerngestalten genügt. Die Hauptsache ht dann ferner darauf zu zeigen, dafs sich anziehende und lsive Kräfte nicht blofs vorstellen, sondern selbst auf einanalytischen Ausdruck zurückführen lassen, welche für ige Entfernungen ein stabiles Gleichgewicht (*équilibre e*) geben, für gröfsere dann in zunehmend wachsende ehung, für geringere dagegen auf gleiche Weise in Abıng übergehn. Seeber hat in dieser gehaltreichen Unter-

1 G. LXXVI. 229. 349.
2 Vergl. *Interferenz*. Bd. V. S. 785.

suchung sogar gezeigt, auf welche Weise aus den nach dieser Hypothese gebildeten parallelopipedischen Elementarkörpern durch Zusammenlagerung nach bestimmten Gesetzen eine Menge der bekannten Krystalle entstehn könne.

In der erwähnten Demonstration werden ohne eine Bezeichnung attractive und repulsive Kräfte angenommen, allein es ist gewiſs von groſser Wichtigkeit, das eigentliche Wesen nebst den Bedingungen derselben und die Gründe, worauf ihre Annahme beruht, näher zu untersuchen. Ehe dieses aber geschehn kann, ist es zweckmäſsiger, die oben aufgeworfene zweite Frage, nämlich, ob alle Atome gleiche oder ob sie eine verschiedene Gröſse haben, etwas näher zu erörtern. So wie aber bei den eben angestellten Betrachtungen die Mineralogie oder vielmehr die Krystallonomie hülfreichen Beistand geleistet hat, ebenso muſs bei den folgenden die Chemie in Anspruch genommen werden.

25) So lange man glaubte, durch bloſse Zerlegungen zur quantitativen Bestimmung der in den gegebenen Körpern vereinten Bestandtheile zu gelangen, konnte die Chemie über das Wesen der letztern keine Auskunft geben und bloſs zur Kenntniſs ihrer unterscheidenden Eigenschaften führen. Seitdem aber durch Richter die Stöchiometrie eingeführt ist, muſs diese nothwendig mit den allgemeinen physikalischen Fundamentalgesetzen der Körper in Einklang gebracht werden. Schon das Wort *Stöchiometrie* (von *στοιχεῖον*, *elementum*) setzt die Annahme von Elementen, kleinsten nicht weiter theilbaren Theilen, also Atomen, voraus, deren verhältniſsmäſsige, als bloſs relative Gröſse bei den zahllosen, in der Chemie vorkommenden, quantitativen Bestimmungen zum Grunde liegt, und weil jenes Verhältniſs zunächst nach dem Gewichte bestimmt wird, zugleich es aber bedenklich schien, den eigentlichen bezeichnenden Namen, Atom, wieder einzuführen, so bezeichnete man diese Elemente durch die Namen *Mas-chemische Gewichte*, *Mischungsgewichte*, *Gewichtsverhältnisse*, *stöchiometrische Verhältnisse*, *stöchiometrische Zahlen*, *chemische Aequivalente*, *Atomgewichte* u. s. w. Man ist jedoch weit entfernt, über diese Atome, auſser ihrem relativen Gewichte, irgend etwas festzusetzen, oder wohl gar die verschiedene Beschaffenheit der Körper aus ihren Eigenschaften abzuleiten, vielmehr bestimmte man diese bloſs nach den Er-

taten der Erfahrung. Wenn nun gleich kein innerer Wispruch darin liegt, mit KANT anzunehmen, dafs diese Elente der Körper der Dehnkraft und Ziehkraft zu ihrer Exinz bedürften, falls dieses im Voraus bewiesen wäre, so ist :h die unendliche Theilbarkeit der Materie und die ganze nme der Folgerungen, welche die dynamische Naturlehre hwendig fordert, mit der Stöchiometrie durchaus unverein-, man müfste denn annehmen, dafs von Ewigkeit her oder : einem hypothetischen Schöpfungsacte, die constituirenden ifte für immer zu den jetzt bestehenden Elementen vereit wären, was jedoch eine in das Gebiet der vorweltlichen t sich verirrende Pseudonaturphilosophie seyn würde.

Die Stöchiometrie im Ganzen kann hier nicht abgehandelt rden, vielmehr kommt nur dasjenige in Betrachtung, was ı auf das Wesen der Materie bezieht[1], wobei wohl zu beksichtigen ist, dafs alles auf der Erfahrung und auf untelbar hieraus abgeleiteten Schlüssen beruht, und dafs das ıze nur als eine hülfreiche Hypothese betrachtet werden fs, um die einzelnen Erscheinungen insgesammt zu einem senschaftlichen, auf einem gemeinsamen Erklärungsprincipe uhenden Systeme zu verbinden, dessen innere Consequenz r so sehr alle Erwartungen übertroffen hat, dafs jene hierh als höchst wahrscheinlich und fest begründet erscheinen fs.

Die Stöchiometrie nimmt an, dafs alles Materielle aus ht weiter trennbaren Elementen von ungleichem Gewichte tehe, über deren absolute oder relative Gröfse, sonstige enschaften und Verbindungsarten keine weitere Untersuıng statt findet. In den sogenannten einfachen, bis jetzt :erlegten und daher vorläufig als unzerlegbar oder einfach rachteten Körpern, z. B. im Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, n Diamant, den Metallen u. s. w., sind blofs diese in untimmt grofsem und wechselndem Abstande vorhanden, in ı zusammengesetzten dagegen sind sie mit andern vereinigt. se Verbindungen sind zwei-, drei-, vier- oder vielfache näre, ternäre, quaternäre), mit der merkwürdigen Eigenmlichkeit, dafs die unorganischen Körper blofs aus binäoder doppelt und vielfach binären Verbindungen bestehn,

1 Vergl. Stöchiometrie, im Art. *Verwandtschaft*.

die organischen aber fast ohne Ausnahme aus ternären und vielfachen Verbindungen nach einem mannigfaltig wechselnden quantitativen Verhältnisse. Da die Stöchiometrie die einfachen Elemente als Atome oder materielle, keiner weitern Trennung fähige Körperchen betrachten muſs, so kann sie diese Verbindungen für nichts anders als Nebenlagerungen (*juxtapositiones*) ansehn, und es können sonach mit einem einfachen Elemente = a ein, zwei, drei oder n (wobei n jedoch zwar wohl einen sehr groſsen Werth haben kann und bei allen Verbindungen der Erfahrung nach nie über 5 hinausgeht) Elemente = b verbunden seyn; unmöglich ist es jedoch, ein halbes oder ein Viertel Element anzunehmen[1], und wenn es daher heiſst, daſs mit einem Elemente a eines Stoffes $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$ eines andern Stoffes b verbunden seyen, so sind diese Bestimmungen bloſs daraus hervorgegangen, daſs man die Verhältnisse auf die kleinsten Zahlen zurückgebracht hat, indem es vielmehr in dem Falle, wenn alle diese Verbindungen zwischen den nämlichen zwei Stoffen statt fänden, heiſsen müſste, daſs der durch 12 zu bezeichnende Stoff a mit 2, 3, 4 und 6 Atomen von b vereinigt sey, so daſs also 6, 4, 3, 2 Elemente von a mit 1 Element von b verbunden wären. Daſs die Umwandlung der bisher angenommenen Aequivalenz-Verhältnisse in diese abgeänderten möglich sey, unterliegt keinem Zweifel, da die Zahlenbestimmungen hierüber willkürlich sind, auch kann es füglich vorgestellt werden, daſs 1, 2, 3, 4 … n Elemente eines Stoffes a um 1 Element des Stoffes b gelagert sind, obwohl die Zahl n nicht füglich groſs seyn darf, und es naturgemäſs scheint, daſs die Verbindung nur nach der Zahlenreihe 1, 2, 4 und etwa 6, aber nicht nach 3 und 5 fortschreite.

Giebt gleich die Erfahrung durchaus keine Gewiſsheit über die Art der Verbindung einfacher Elemente, so ist es doch allzunatürlich, unter den vielen auch die von 1 mit 1 anzunehmen, auf welche Hypothese mehrere Analogieen führen. Versuche z. B. ergeben, daſs 100 Theile Wasser aus 11,1 Wasserstoff und 88,9 Sauerstoff bestehn. Wird nun

1 Dalton eiferte hiergegen sehr bei meiner Unterhaltung mit ihm, und war im Begriff, diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung zu erörtern.

inste hiervon, nämlich der Wasserstoff, als Einheit angenmen, so ist das Atom Sauerstoff = 8, und ebendiese ſse geht aus der Vergleichung anderer einfacher Verbingen hervor. Es enthalten nämlich 100 Schwefelwasserfgas 5,9 Wasserstoff auf 94,1 Schwefel; dieses giebt nahe au das Verhältniſs 1:16, welche letztere Zahl dann die wichtszahl des Schwefels wäre. Wird diese Bestimmung richtig beibehalten, so giebt 1 Atom Schwefel = 16 mit 2 m Sauerstoff = 16 die schweflige, mit 3 Atomen = 24 die wefelsäure. Das Atomgewicht des Bleies wird in einfach- Zahl = 104 gesetzt, weil 1 Atom Blei = 104 mit 1 m Sauerstoff = 8 das gelbe Bleioxyd giebt; aber dann hält das rothe Bleioxyd auf 1 Atom Blei = 104 von Sauerf = 1,5 × 8 = 12, was nach atomistischer Ansicht unglich ist, weswegen auch Davy und Berzelius das Atomicht des Bleies = 208 setzen, welches dann im gelben rd mit 2 Atomen Sauerstoff = 16, im rothen mit 3 Ato- = 24 und im braunen mit 4 Atomen = 32 verbunden e. Die beiden genannten Gelehrten haben auch das Atomicht des Sauerstoffs = 100 gesetzt, wonach dann das des sserstoffs = 6,25 wäre. Man mag indeſs diese Bestimgen wählen, wie man will, so kommt man allezeit auf Resultat zurück, daſs die Atome der einfachen Körper ein leiches Gewicht haben, denn wenn wir nur bei den gelten Beispielen stehn bleiben, so wäre es doch gar zu unirlich anzunehmen, daſs mit 1 Atom Wasserstoff allezeit tome Sauerstoff oder mit 1 Atom Sauerstoff 104 Atome vereinigt seyn sollten, welches letztere Verhältniſs sich ch hiernach auf 1 zu 13 reduciren würde, aber dennoch eit höchst unwahrscheinlich bliebe[1].

26) Darf man es hiernach als entschieden annehmen, daſs Atomengewichte der einfachen Körper ungleich sind, und r nach den mitgetheilten Angaben in einem sehr hohen le[2], so müssen sie entweder bei gleicher Gröſse ungleich

1 Es muſs der Chemie überlassen werden, die Zahlengröſsen der lnen Atomengewichte mit diesen allgemeinen Forderungen der ik in Einklang zu bringen.

2 Sie differiren von dem des Wasserstoffs = 1 bis zu dem des = 217.

von Gewicht seyn, oder ihr ungleiches Gewicht ist eine nothwendige Folge ihrer ungleichen Gröſse. Bei der Untersuchung dieser Frage muſs in voraus erinnert werden, daſs die atomistische Naturphilosophie sich nicht erlaubt, über das Wesen und die Qualitäten der Atome, deren eigentliche Beschaffenheit ganz auſser dem Gebiete der Erfahrung liegt, im mindesten zu entscheiden, sondern daſs sie bloſs das factisch Gegebene hypothetisch zu erklären und unter allgemeine Gesetze zu bringen strebt. Aus diesem Gesichtspuncte die Sache betrachtet giebt es allerdings Gründe, welche für die letztere Meinung entscheiden, die auch im Ganzen nichts weniger als unnatürlich ist, obgleich es auf den ersten Blick auffallend scheinen mag, eigentliche Atome von ungleicher Gröſse vorzustellen; denn auch die gröſsten Atome sind so verschwindend klein, wie die bald zu erwähnenden Versuche von Robert Brown zeigen, daſs keine Vorstellung sie zu erfassen vermag. Für die Annahme einer ungleichen Gröſse der verschiedenen Atome zeugt die vorzügliche Leichtigkeit und Feinheit des Wasserstoffgases (Wasserstoff und Wärme), in gewisser Beziehung die Durchsichtigkeit derjenigen Körper, welche aus den leichtesten Atomgewichten bestehn, indem das Atomgewicht des Kohlenstoffs = 6, des Siliciums = 7,4, des Aluminium = 9 ist, wogegen die leichtesten unter den eigentlichen Metallen, nämlich die des Mangan und Chrom, = [illegible] sind. Insbesondere aber gehört hierher die höchst interessante Erfahrung von Döbereiner[1], welcher fand, daſs Wasserstoffgas über Quecksilber gesperrt durch einen feinen Riſs einer Campane entwich, welcher sonst keine Gasart durchlieſs, und daſs Weingeist nicht in die höchst feine Oeffnung eines Röhrchens eindrang, aus welcher die erwärmte Luft strömte. Man lieſse sich gegen die hiernach in einem sehr hohen Grade wahrscheinliche Annahme einer ungleichen Gröſse der Atome die durch Newton begründete Wahrheit anführen, daſs alle Materie gleich schwer ist[2], allein mir scheint ein solcher Einwurf bloſs unter der Voraussetzung statthaft, daſs die Atome aller Materien in allen übrigen Stücken einander gleich

1 Die neuesten und wichtigsten physikalisch-chemischen Entdeckungen. Jena 1823. 4. S. 15.

2 Vergl. *Schwere*.

blofs an Gewicht verschieden angenommen würden, wonach also eine gewisse Masse der einen schwerer seyn müfste, als eine gleiche der andern, womit das Newton'sche Gesetz nicht bestehn könnte; sobald man aber annimmt, dafs das Gewicht der Atome in geradem Verhältnisse ihrer Gröfse steht, wie klein beide auch seyn mögen, so ist die Schwere der Masse direct proportional, und eine gleiche Quantität verschiedener Atome, wie ungleich sie übrigens in einem gegebenen Raume vertheilt seyn mögen, oder bei ungleichem specifischem Gewichte, wird allezeit gleichmäfsig von der anziehenden Kraft der Erde sollicitirt werden.

Das Gewicht und die diesem correspondirende Gröfse der Atome sind hiernach also blofs relativ und bis jetzt ist noch kein Mittel vorhanden, eine absolute Bestimmung hierüber zu erhalten. Wäre es möglich, durch ein ähnliches Verfahren, als wodurch NEWTON die Länge der Anwandlungen des Lichts[1] zu messen wufste, die Weite solcher Risse im Glase aufzufinden, durch welche nach DÖBEREINER's Beobachtung irgend eine Gasart entweicht, so liefse sich hieraus vielleicht eine Bestimmung hernehmen, obgleich die Adhäsion an den Wandungen ein bedeutendes Hindernifs in den Weg legt. Ein anderes Mittel, zu der gesuchten Bestimmung zu gelangen, hat FRAUNHOFER[2] angedeutet. Nach der atomistischen Theorie kann kein Körper absolut eben polirt seyn, sondern seine Oberfläche mufs Unebenheiten bilden, die der Gröfse der Atome und ihrer Abstände von einander proportional sind und ihren Einflufs verlieren, sobald sie kleiner als die Länge einer halben Lichtwelle werden, wie bei allen bis jetzt bekannten der Fall ist. Wäre es möglich, den Einflufs zu bestimmen, welchen gewisse der gröfsten Gewichtstheile, vielleicht auch zusammengesetzte, deren Gröfse also der Summe beider vereinten gleich ist, auf die Interferenzen des Lichts ausüben, so liefse sich hieraus vielleicht eine Bestimmung ihrer absoluten Gröfse ableiten; doch bleibt dieses allezeit nicht blofs schwierig, sondern überhaupt problematisch.

27) In den neuesten Zeiten haben die durch ROBERT BROWN beobachteten *Molecular-Bewegungen* grofses Aufsehn

1 S. *Anwandlungen*. Bd. I. S. 312.
2 G. LXXIV. 365.

erregt, und sie hängen mit unserer Vorstellung von dem Wesen der Materie zu innig zusammen, als daſs sie hier unberücksichtigt bleiben dürften. Jener fleiſsige und gelehrte, mit Recht allgemein hochgeachtete englische Botaniker stellte im Jahre 1827 mikroskopische Beobachtungen über die in den Pollen der Pflanzen enthaltenen Theile an, entdeckte Bewegungen derselben, welche in einem sehr hohen Grade denen der Infusorien niedrigster Ordnung gleichen, und es war keineswegs unnatürlich, bei diesen Theilchen vegetabilisch belebter Körper an eine Lebensthätigkeit solcher Thiere zu denken, die in gewisser Hinsicht den Uebergang von den Animalien zu den Vegetabilien bilden. Inzwischen zeigten sich kleine Theilchen unorganischer Körper eine ganz gleiche Bewegung, ja es fand sich, daſs diese schon von verschiedenen frühern Beobachtern vermittelst des Mikroskops wahrgenommen worden waren, wie denn Brown selbst Leewenhoek, Stephan Gray[1], Needham, Buffon, Spallanzani, von Gleichen Wrisberg, Müller, und aus den neuesten Zeiten Jurin Drummond[2], hauptsächlich aber Bywater[3] als solche nennt. Aus seinen Angaben zogen viele die seltsame Folgerung, daſs die Elemente aller Körper belebt seyen, was vernünftiger Weise nicht angenommen werden konnte, und Brown muſste daher in seinen nachträglichen Bemerkungen[4] die Erklärung geben, daſs er zwar von Bewegung geredet habe, diese aber keineswegs für die Folge einer vorhandenen Lebensthätigkeit halte. Brown nennt die beobachteten beweglichen Theilchen thätige Molecüle (*Active Molecules*) und zeigt, wie man das Phänomen leicht erhalten kann[5]. Man löset zu diesem Behufe am besten etwas Gummigutt, oder auch Zinnober, fein pulverisirten Sand, Glas, Corund, Schwefel u. s. w. in Wasser auf, oder vertheilt die Substanz darin so, daſs das unbewaffnete Auge kaum eine Färbung oder Trübung wahrnimmt, und bringt davon einen Tropfen von höchstens einer Linie Durch-

1 Phil. Trans. T. XIX.

2 Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh. T. VII.

3 Account of Microscopical Observations. 2d ed. Lond. 1828.

4 Additional Remarks on active molecules. Lond. 1829.

5 Edinb. New Phil. Journ. Nr. 15. p. 41.

ısser unter ein Mikroskop von mindestens 300facher Verıſserung des Durchmessers, so zeigen die kleinen, in der issigkeit schwimmenden Theilchen von höchstens ein Zehn-Linie scheinbarem Durchmesser allerdings eine Bewegung, ılche der willkürlichen bei den kleinsten Infusorien frappant olich ist, ja es läſst sich nicht in Abrede stellen, daſs man i der Beobachtung der letztern sich in groſser Verlegenheit findet und nach mehrfach wiederholten Versuchen noch in ıgewiſsheit bleibt, ob die sich bewegenden Pünctchen sol-ɛ Molecüle oder wirkliche Thierchen sind. Bloſs längere bung kann hierin einige Sicherheit verschaffen. Uebrigens st sich die Bewegung leicht erklären; denn indem das öpfchen durch Verdunstung, ungleiche Erwärmung in Folge ı darauf fallenden concentrirten Lichtes vom Spiegel, durch ıftzug, die umgebende erwärmte Atmosphäre des Beobach-s, die dem Instrumente mitgetheilte Bewegung des letztern d die selten fehlende des ganzen Hauses, so wie endlich rch manche andere Ursachen stets in Bewegung gesetzt wird, ıſs sich diese den kleinen Partikelchen mittheilen und durch ı auſserordentliche Vergröſserung sichtbar werden. Ist nämh die letztere nur die 300fache und der Tropfen hat eine ıie Durchmesser, so erscheint er als eine ungefähr halbkuförmige Wassermasse von 2 Fuſs 1 Zoll Durchmesser, in lcher die scheinbar kaum ein Zwanzigstel bis ein Vierzigl Linie groſsen Pünctchen nothwendig sich zu bewegen ıeinen müssen, sobald ihre, durch so viele Ursachen hergerufene Bewegung auf gleiche Weise vergröſsert wird. gen den Einfluſs der Verdunstung hat man zwar eingendt, daſs das Phänomen auch dann, wiewohl in geringen Grade, statt findet, wenn man den Tropfen mit einer hicht Oel bedeckt; allein hierdurch kann dessen Verdunng zwar vermindert, aber niemals ganz aufgehoben wer-ı, was mit der Erfahrung recht gut übereinstimmt, abgehnet daſs diese Ursache der Bewegung keineswegs als die zige angenommen wird. Daſs jedoch diese mechanisch begten Theilchen bloſs sehr kleine Massen und keineswegs ;entliche Molecüle oder Atome sind, läſst sich leicht erısen. Wenn man nämlich ein Tröpfchen einer gesättigten ıflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol), behend aus 1 Atom Kupferoxyd = 40 und 1 Atom Schwefel-

säure $= 40$, also zusammen $= 80$, oder von salpetersaurem Silberoxyd, bestehend aus 1 Atom Silberoxyd $= 116$ und 1 Atom Salpetersäure $= 40$, also zusammen $= 170$, mithin ersteres 80-, letzteres 170mal so grofs als die angenommene Einheit des Wasserstoffatoms, unter das Mikroskop bringt, so entdeckt man oft dem blofsen Auge verschwindende kleine Krystalle, die Flüssigkeit an sich bietet aber selbst bei tausendfacher Vergröfserung des Durchmessers, also bei tausendmillionfacher des kubischen Inhalts, keine sichtbaren Pünctchen dar, wie dieses übrigens aus den Untersuchungen der Theilbarkeit der Körper von selbst folgt.

28) Ein Unterschied der Materie, wonach sie in organische und unorganische abgetheilt wird, kann bei den Untersuchungen über ihr eigentliches Wesen auf keine Weise übergangen werden. *Organische Materie* erscheint auf den ersten Anblick ein uneigentlicher Name, denn da die Materie auch in ihren einfachsten Elementen berücksichtigt werden mufs, so scheint hierauf der Ausdruck *organisch* nicht anwendbar zu seyn. Organisch (ὀργανικὸς von ὄργανον, Werkzeug) heifst nämlich mit Werkzeugen (Organen) versehn, welche in dieser Beziehung zunächst zu den Lebensfunctionen gehören. Die unorganischen Körper entstehn und wachsen nämlich durch Anhäufung vorhandener Elemente oder kleinerer Körper und durch Auflagerung kleinerer Theile auf schon vorhandene gröfsere, wie dieses namentlich bei der Krystallbildung der Fall ist, die organischen und zugleich lebenden Körper dagegen wachsen durch individuelle Thätigkeit vielfacher Werkzeuge (Organe) von innen und haben hierdurch ihren Namen erhalten. Weil aber die organischen Körper mit dem Aufhören der Lebensfunctionen nicht sofort eine wesentliche Aenderung ihrer Bestandtheile erleiden, so nennt man auch solche Körper oder Theile derselben, die einmal belebt waren, organische. Hiernach sind ein Stück Metall, ein Stein, ein Krystall, das Wasser u. s. w. unorganische, dagegen Stärkemehl, Muskelfleisch, Eiweifs, Harz u. s. w. organische Körper.

Es herrscht ein leicht zu fassender Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern. Zuerst giebt es überall keine einfachen organischen Körper, vielmehr betrachtet man die unorganischen als einfache oder als binäre oder aus be-

ren Verbindungen zusammengesetzte, die organischen aber s ternären oder mehrfachen, und zwar so, dafs die Stoffe mittelbar vereinigt sind, ohne vorher binär verbunden zu rn. Wenn jedoch einige organische Körper, z. B. ätheriie Oele, blofs aus zwei Stoffen zu bestehn scheinen, so :t dennoch insofern ein Unterschied hervor, als bei ihnen ıfsere Zahlen der Mischungsgewichte vereinigt sind und :ht ein einzelnes Atom des einen einfachen Stoffes mit eim einzelnen eines andern verbunden ist. Zweitens entstehn : organischen Körper insgesammt unter Einwirkung der eintlichen Lebenskraft, nicht durch blofse chemische Verındtschaft, weswegen sie nicht durch Kunst erzeugt werden nnen, wenn man gleich durch chemische Mittel höhere Verıdungen auf niedrigere zurückzuführen vermag; die unorgaıchen Verbindungen dagegen lassen sich insgesammt durch ınst auf ähnliche oder gleiche Weise darstellen, als die Na: sie liefert. Allerdings sind mehrfach durch rein chemiıe Processe auch organische Verbindungen zum Vorschein kommen, allein entweder waren sie in den behandelten örpern schon vorhanden, oder es läfst sich annehmen, dafs ihrend der durch stärkere Affinität bewirkten Bildung unganischer Verbindungen die organischen aus einer durch hwächere Affinität erzeugten Vereinigung der rückbleibenden, der erforderlichen Proportion vorhandenen Elemente herırgingen. Die organischen Körper aus dem Pflanzenreiche ıstehn wesentlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff mit einer ır Sättigung beider nicht hinreichenden Menge Sauerstoff, e aus dem Thierreiche enthalten noch aufserdem öfter, und ı gröfserer Menge als jene, Stickstoff, wozu als minder wentlich und zuweilen nur verunreinigend Phosphor, Schwefel, alcium, Magnium, Eisen u. s. w. kommen. Man unterheidet hiernach zuweilen die vegetabilischen von den thieschen Stoffen, indem erstere hauptsächlich aus Kohlenstoff, Vasserstoff und Sauerstoff bestehn, letztere aber einen gröiern Antheil Stickstoff enthalten. Beide bieten eine grofse Ienge Verschiedenheiten dar, welche blofs auf ungleichen Iischungsverhältnissen beruhn, und steigen von den einfahern, den organischen Säuren mit einer gröfsern Menge Sauerstoff, zu den zusammengesetztern mit einer geringern Quantität von diesem und ungleichen Verhältnissen des Was-

serstoffs und Kohlenstoffs durch eine Reihe auf, in welcher Zucker, Gummi, Stärkemehl, Holzfaser, Harze, flüchtige Oele, Fette u. s. w. vorzügliche Glieder bilden. Die Kunst vermag dann durch Anwendung stärkerer Affinitäten und hierdurch bewirkte Trennungen z. B. aus Stärkemehl Zucker, aber nicht umgekehrt, z. B. aus Zucker Stärkemehl, zu erzeugen, d. h. sie kann ein zusammengesetzteres Gebilde in ein einfacheres, aber nicht letzteres in ersteres verwandeln. So wie aber durch den Einfluss der Lebensthätigkeit höhere Verbindungen aus den niedern hervorgehn, ebenso erfolgen nach dem Tode Zersetzungen herabsteigend bis zu den einfachen Elementen. Aus dem Stärkemehl entsteht durch den Einfluss der Kälte oder Wärme bei vorhandener Feuchtigkeit Zucker, aus diesem unter Kohlensäure-Bildung Weingeist und durch Aufnahme von Sauerstoff Essig; im Allgemeinen aber gehn mit oder ohne das Durchlaufen dieser Stufen meistens durch Fäulniss alle organische Körper in binäre Verbindungen über, die sich von den unorganischen nicht unterscheiden. Hauptsächlich verdient bei allen diesen Processen eine grosse in der Natur vorwaltende Wechselwirkung zwischen dem Reiche der Vegetabilien und Animalien eine vorzügliche Berücksichtigung, indem nämlich die erstern die binäre Verbindung der Kohlensäure aufnehmen, den Kohlenstoff sich aneignen und das Sauerstoffgas frei machen, worauf dann die letztern dieses im Processe des Athmens verzehren, mit dem in den Nahrungsmitteln schon früher aufgenommenen Kohlenstoffe verbinden und beide als binäre Verbindung, nämlich Kohlensäure, wieder abgeben[1].

Nach Vorausschickung dieser elementaren Sätze wird es leicht seyn, den eigentlichen schwierigen Punct der Untersuchung deutlicher hervorzuheben. Der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern, insbesondere wenn die erstern belebt sind, ergiebt sich bald, ungleich weniger bestimmt ist jedoch derselbe in Beziehung auf die Materie festgestellt. Selten redet man von unorganischer Materie, sondern sagt vielmehr unorganische Stoffe; desto häufiger gebraucht man den Ausdruck organische Materie und versteht

1 Die weitläuftige Literatur findet man in L. Gmelin Handbuch der theoret. Chemie. Frankf. 1829. Th. II. S. 1 ff.

unter meistens fein vertheilte organische Substanzen, d. h.
:he, die durch den vegetabilischen oder animalischen Le-
isprocefs gebildet sind. So heifst es unter andern, ein ge-
;er Antheil von organischer Materie bewirke in dem Quell-
ıser, welches die Schiffe in Tonnen mitnehmen, eine Gäh-
ıg, wodurch daselbe anfangs getrübt, nachher aber wieder
hlschmeckend werde. Die Eigenschaften dieser organischen
ır durch organische Lebenskraft gebildeten Materien sind
nnach als Folgen ihrer eigenthümlichen Mischungsverhält-
se zu betrachten, welche durch eine über die rein physi-
ıen Gesetze hinausgehende *Lebenskraft*[1] erzeugt werden.
ıgleich nun einmal zugestanden ist, dafs wir das eigentli-
ı Wesen dieses so vielfach wirkenden Agens nicht ken-
ı, so mufs doch in Beziehung auf die Materie, als das
bstrat aller Naturerscheinungen, nothwendig die Frage auf-
worfen werden, ob es eine eigenthümliche, von der unor-
ıischen verschiedene, elementare organische Materie giebt,
er mit andern Worten, ob die Lebenskraft an diejenigen
ɜmente, welche irgend einmal Bestandtheile lebender Kör-
r waren, für immer gebunden ist, oder ob sie bei gänzli-
er Zersetzung der organischen Körper der Gesammtmasse
organischer Elemente wieder anheim fallen. Es lassen sich
erüber verschiedene Meinungen aufstellen, welche indefs
mmtlich nicht über das Gebiet des Hypothetischen hinaus-
hn, weil uns die Erfahrung als Leiterin verläfst; inzwischen
ıfs die Naturforschung so weit gehn wie möglich, so lange
ıch Thatsachen vorhanden sind, die sich zu Schlüssen ver-
ıigen lassen.

a) Man könnte annehmen, dafs zwischen der unorgani-
hen Materie verbreitet und unter sie vermischt die in ih-
n Elementen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff) belebte
ıd der Wiederbelebung fähige organische Materie vorhanden
y. Hienach würden diese einfachen Stoffe bei der gänzli-
ıen Auflösung und Zersetzung organischer Körper in diesel-
ın zwar den unorganischen völlig ähnlich werden, dennoch
ıer das einmal angenommene Lebensprincip behalten, der
Viederbelebung fähig bleiben und beim Uebergange in le-
ɛnde Körper als Theile ihrer Ernährung und ihres Wachs-

---

1 Vergl. *Lebenskraft* oben S. 111.

thums neu belebt werden. Es ist bei diesem Satze wohl zu berücksichtigen, dafs nicht sowohl von den sogenannten organischen Körpern, als Stärkemehl, Zucker, Humus, Dünger u. dgl., welche in die Körper der Thiere und Pflanzen übergehend zu deren Wachsthum dienen, die Rede ist, als vielmehr von den einfachen Stoffen und deren binären Verbindungen, dem Sauerstoff und Stickstoff, wie sie die atmosphärische Luft in Gasform darbietet, dem Sauerstoff und Wasserstoff im Wasser, der Kohlensäure u. s. w., deren Ursprung insofern unbekannt ist, als man nicht weifs, ob sie dieselben zunächst vorher aus dem Reiche der organischen oder unorganischen Natur erhielten.

Ob diese Meinung in ihrer ganzen Strenge und Bestimmtheit schon früher Anhänger gefunden hat, ist schwer zu ermitteln, indem es gar sehr auf den genauen Sinn der Worte ankommt; inzwischen scheint sie allerdings in den Ausdrücken zu liegen, welche unter andern Büffon[1], Needham[2] und G. R. Treviranus[3] gebraucht haben, am bestimmtesten ist sie indefs durch Tiedemann ausgesprochen[4], wenn es heifst: „die in den organischen Körpern vorkommenden Materien eigenthümlicher Art fallen also bei dem Erlöschen ihrer Thätigkeits-Aeufserungen, die man Leben nennt, und bei den nach dem Tode eintretenden chemischen Processen eigener Art, der Gährung und Fäulnifs, nicht gänzlich dem unorganischen Reiche anheim, sondern sie behalten die Fähigkeit, sich von neuem zu gestalten und sich lebensfähig zu zeigen. Der Tod oder das Erlöschen der Lebens-Aeufserungen trifft also nur die organischen Einzelwesen, während die in ihre Zusammensetzung eingehenden organischen Materien Bildungs- und Lebensfähigkeit beibehalten.“ Wäre diese, durch Einfachheit sich empfehlende Hypothese richtig, so liefse sich eine andere daran knüpfen, nämlich dafs die Belebung der hiernach lebensfähigen Materie bei ihrer Vereinigung mit be-

1 Hist. nat. T. II. p. 420. Il existe une matière organique animée, universellement répandue dans toutes les substances animales et végétales cet.

2 An account of some new microscopical discoveries. Lond. 1745. 8.

3 Biologie T. II. p. 267 u. 403.

4 Physiologie des Menschen. Darmst. 1830. Th. I. S. 93.

en Körpern durch die in letztern bestehende Lebensthä-
eit geschehe, welche durch die verschiedenen Arten der
ipflanzung auf andere Individuen übergetragen würde und so
ie Ende fortdauern könnte. Es läſst sich jedoch nicht ver-
nen, daſs die Theorie vieles wider sich hat. Zuerst ist
offenbar eine kühne Voraussetzung, anzunehmen, daſs die
achen organischen und unorganischen Materien, oder ihre
iren Verbindungen, untereinander gemengt so bestehn soll-
, daſs beide nicht in einander übergingen, und die einen
Ernährung belebter Wesen dienten, während die andern
s als todte Masse ausgeschieden würden. Zweitens aber
it dieselbe, wenn auch nicht gewiſs, doch höchst wahr-
einlich, mit der Erfahrung im Widerspruche. Wenn man
ilich Kohlensäure aus der Kreide entwickelt oder Sauer-
fgas aus Magnesiumoxyd, so wird erstere durch lebende
nzen so gut zersetzt und letzteres dient zur Erhaltung des
malischen Lebens auf gleiche Weise, als wenn beide or-
ischen Ursprunges wären. Hiergegen lieſse sich allerdings
wenden, daſs man nicht wissen könne, ob nicht vor un-
timmbarer Zeit die aus organischen Körpern gebildeten Gas-
n an den unorganischen Kalk und das Magnesium gebunden
rden seyen, wie auch noch gegenwärtig namentlich die durch
spiration erzeugte Kohlensäure nicht selten an Kalk über-
ie und später als Schutt vielleicht für viele Jahrhunderte
ter der Erde verborgen werde; allein diese Hypothese dürfte
ch allzugewagt erscheinen, um einer andern zur Stütze zu
nen. Wollte man aber annehmen, die irgend einmal in
ende Körper übergegangenen einfachen Stoffe würden eben
rdurch lebensfähig und behielten dann diesen Zustand für
mer, so müſste sich die Menge der belebten einfachen Stoffe
lich mehren, und zuletzt würde aller Kohlenstoff, Was-
stoff und Sauerstoff mit dem Lebensprincipe bleibend ver-
n werden. Auf der andern Seite aber müſste die vorhan-
ne Menge derselben stets abnehmen, wenn man zugestehn
ollte, daſs die aus organischen Körpern durch gänzliche
rsetzung entbundenen und demnächst durch anderweitige
emische Processe zur Bildung unorganischer Körper ver-
andten, einfachen Stoffe für immer der organischen Materie
itzogen würden, weil hiernach die Quantität derselben stets
nehmen müſste, eine Hypothese, welche aus sogleich zu

erwähnenden anderweitigen Gründen noch weniger innere Wahrscheinlichkeit hat.

b) Eine zweite Hypothese nimmt an, dafs die organische Materie von der unorganischen in ihren einfachen Elementen oder binären Verbindungen nicht verschieden sey, dafs vielmehr, rücksichtlich dieser, beide Reiche, das der organischen und das der unorganischen Körper, keinen wesentlichen Unterschied darbieten, sondern dafs ihre Bestandtheile abwechselnd in einander übergehn und in den unorganischen Gebilden in Folge überwiegender Anziehungs-Aeufserungen durch Aufhäufung zu mehr oder minder regelmäfsig gestalteten Körpern vereinigt werden, in den organischen dagegen durch schwächere chemische Verwandtschaft, aber unter Mitwirkung einer eigenthümlichen Kraft, der Lebenskraft, zur Bildung lebender Wesen dienen. Die Natur zeigt überall keine scharfen Grenzen, sie finden zwischen den drei Reichen der Natur nicht statt[1], einige organische Verbindungen sind unorganischen mindestens so ähnlich, dafs sie nicht wohl unterschieden werden können, z. B. die durch geistige Gährung und die durch Verbrennung der Kohle entstandene Kohlensäure und noch mehr der durch die Natur und der durch Kunst hergestellte Harnstoff[2], und die einfachen Stoffe und vielleicht auch die binären Verbindungen würden dann überhaupt nicht verschieden seyn.

Dürfen wir nach überwiegenden Gründen diese Hypothese als die bei weitem wahrscheinlichste betrachten, so bietet sich eine neue, noch schwierigere Frage dar, nämlich wodurch die hiernach an sich unbelebte Materie belebt wird. Es wäre leicht, hierauf zu antworten, dafs dieses eine Folge des Ueberganges in lebende Wesen sey, die sich auf die bekannte Weise nach ihren Gattungen fortpflanzen, wobei zugleich angenommen wird, dafs kein zum Reiche der Vegetabilien und Animalien gehöriges Wesen von selbst und ohne eine der verschiedenen Fortpflanzungsarten entstehn könne. Hierdurch

1 Robinet Considérations philosophiques de la gradation naturelle des formes de l'être. Amst. 1768. 8. Bonnet Considérations sur les corps organisés. Amst. 1762. II vol. 8.

2 Wöhler in Poggendorff's Ann. III. 177. Vergl. Gmelin Handbuch d. theor. Chemie II. 6.

re dann zwar nicht das Wesen, aber mindestens doch die
ache der stets fortdauernden Belebungen angegeben. Es
gt sich dann aber weiter, wie ursprünglich das Leben ent-
iden seyn möge; aber diese Untersuchung verliert sich so
in das dunkle Gebiet des Hypothetischen und erhält so
bedeutend weniges Licht durch die Erfahrung, dafs es sich
m der Mühe lohnt, sie weiter zu verfolgen. Man könnte
ehmen, die lebenden Vegetabilien und Animalien seyen von
fang an auf unserm Planeten anwesend gewesen. Hiermit
re dann ihr Ursprung zwar nicht erklärt, inzwischen müfs-
wir hierbei berücksichtigen, dafs wir uns hinsichtlich un-
er Erde und der ganzen Natur in gleicher Unwissenheit be-
den. Es streitet jedoch hiergegen die Erfahrung, dafs in
n ältesten Theilen unserer Erde sich gar keine Ueberreste,
der der Pflanzen-, noch der Thierwelt befinden. Verfolgen
r diesen einzigen vorhandenen Fingerzeig weiter, so geht
s den geologischen Untersuchungen hervor, dafs nur die
rmalen oder die geschichteten Felsarten thierische oder ve-
abilische Versteinerungen einschliefsen, die abnormen oder
ssigen dagegen enthalten keine Petrefacten; jene sind nep-
ischen, diese vulcanischen Ursprungs. Die ältesten fossilen
ste organischer Körper, Zoophyten, Schalthiere, Abdrücke
n Palmen und von baumartigen Fahren, finden sich in der
uppe des *Uebergangskalkes*, der *Grauwacke* und des *Thon-
hiefers*. Sie bestehn theils nicht mehr in der Reihe jetzt
bender Wesen, oder zeigen sich sehr verschieden davon,
eils findet man aber, wenn nicht Uebereinstimmung, doch
enigstens Annäherung zu manchen noch vorhandenen For-
en. Mit abnehmendem Alter der Felsmassen wächst die
enge der Petrefacten. So begegnen wir in der *Steinkohlen-
uppe* neben sparsam verbreiteten fossilen Thierresten zahl-
sen Ueberbleibseln vegetabilischer Substanzen, oft durch rie-
nhaften Wuchs ausgezeichnet, welche eine bereits entwickelte
andvegetation darthun und nach Arten und Gattungen den
flanzen zwischen den Wendekreisen näher stehn, als denen
userer Zone, z. B. Calamitten, Sigillarien, Lepidodendren u. s. w.
ie nämlichen Gattungen sind in den entlegensten Gegenden,
o jetzt ganz andere Pflanzen vorkommen, vorhanden, die Arten
agegen zeigen sich öfter verschieden, so dafs sie rücksicht-
ch ihrer klimatisch geographischen Verbreitung den nämlichen

Gesetzen folgten, die bei den Gewächsen unserer Zeit wahrgenommen werden. In der Gruppe des *Zechsteins* und *Todtliegenden* sind die Versteinerungen, obwohl weder sehr zahlreich, noch sehr mannigfach, dennoch von entscheidender Bedeutung. Im *rothen* Todtliegenden finden sich in Hornstein und Quarz umgewandelte Baumstämme u. s. w., im *grauen* Todtliegenden Pflanzenreste, welche denen des Steinkohlengebildes ähnlich sind, im Kupferschiefer Reste von Reptilien und hauptsächlich von Fischen, sparsame Reste von Mollusken und von Pflanzen, im Zechstein nur Mollusken, und die im Gyps dieser Gruppe vorhandenen *Spalten* umschließen Reste von Mammut, Rhinoceros, Pferd u. s. w., während das Gestein selbst frei von Petrefacten ist. In der Gruppe des *Muschelkalkes* und des *bunten Sandsteins* finden sich Ueberreste von Pflanzen mit Ausnahme der Dikotyledonen, im Sandstein Mollusken, ähnlich denen im darauf gelagerten Muschelkalk und in letzterer Felsart neben jenen Ueberresten noch Ueberbleibsel von Sauriern, Fischen und Pflanzenthieren. In der Gruppe des *Lias* und *Keupers* nehmen die Ueberbleibsel kaltblütiger Wirbelthiere sehr überhand, die Sauriergebeine sind verschieden von denen, welche den in gröſsern Höhen auftretenden Jurakalk-Ablagerungen angehören. Neben diesen Petrefacten enthalten Lias und Keuper manche Mollusken, besondere Auszeichnung aber verleihen ihnen die vorhandenen vegetabilischen Ueberbleibsel, welche von allen bisher erwähnten wesentlich abweichen. In der Gruppe der *Jura-* und *Oolith-Kalkgebilde* werden zahlreiche und sehr charakteristische Versteinerungen getroffen, gegen die Tiefe im erstern hauptsächlich Mollusken, Zoophyten und Pflanzen, der Oolithen- oder obere Jurakalk dagegen enthalten mitunter sehr zahlreiche Ueberbleibsel von Reptilien, Gerippe vom Gavial, Krokodil u. s. w. ferner fossile Mollusken und Zoophyten. Im lithographischen Steine herrscht die gröſste Mannigfaltigkeit von fossilen Resten von Säugethieren, Vögeln, Reptilien, Fischen, Mollusken, Crustaceen, Insecten, Anelithen, Radiarien, Zoophyten, Pflanzen u. s. w. Die Gruppe der *Kreide* und des *grünen Sandsteins* erhält viele Bezeichnung durch die vorhandenen Petrefacten, Ueberbleibsel von Reptilien, Fischen, Conchylien, Pflanzenthieren und fossilen Vegetabilien, die von Land- und Meeresgewächsen abstammen. Die Gruppe des *Süß-*

sergypses, des *Grobkalkes* und des *plastischen Thons*, meins in Becken gelagert, führt in ihren verschiedenen Gliern theils Muscheln und andere Reste pelagischer Thiere, ils Ueberbleibsel von Muscheln und Fischen, welche frür Bewohner des Landes und der Flüsse waren, desgleichen beine von Säugethieren und Reptilien, die auf dem Festde oder am Ufer großer Seen lebten. Der Reichthum an schlechtern, Arten und Individuen ist in dieser Gruppe grör als in irgend einer andern, von den Arten wurden bisr sehr wenige noch jetzt lebend gefunden. In der Gruppe *uvianischer Gebilde* findet man organische Ueberbleibsel in ßer Menge, welche den Geschlechtern nach nur selten gestorben, den Arten nach etwa zur Hälfte als noch jetzt end, zur Hälfte als ausgestorben zu betrachten sind, Geine von Mastodon, Hippopotamus, Tapir, Elephant, Rhiceros, Pferd, Hirsch, Ochse, Tiger, Bär, Hyäne u. s. w., ner Ueberbleibsel von Cetaceen. Das Fluthland beherbergt ßerdem vegetabilische Reste, namentlich Baumstämme, aber zeugnisse menschlischen Kunstfleißes kommen nicht darin r. In der Gruppe *postdiluvianischer Gebilde* endlich ereinen die organischen Reste häufig, allein nur im geringen ade umgewandelt. Thiere und Pflanzen, von denen sie abmmen, werden noch lebend gefunden, und meistens in den mlichen Gegenden, die ihre Ueberreste bergen, oder es st sich mit wenigen Ausnahmen der Beweis führen, daß sie ıst daselbst gelebt haben. Als besonders merkwürdig gilt r jüngste Meereskalk, der namentlich auf Guadaloupe neben berbleibseln noch lebend vorhandener Corallen und Meereshalthieren menschliche Gebeine, selbst ganze Gerippe umhliefst. Die postdiluvianischen Ablagerungen enthalten verhiedenartige Erzeugnisse menschlichen Kunstfleißes, und nantlich sind dieselben im Torf vorhanden[1]. Hiernach dürı wir es also als erwiesen betrachten, daß während einer bestimmbar langen Zeit und gleichmäßig mit der allmälig tschreitenden Ausbildung unsers Erdballs bis zu seinem jezen anscheinend stationären Zustande zuerst die am rohesten ganisirten Pflanzen, dann die feinern, mit letztern gleich-

1 S. Grundzüge d. Geologie u. Geognosie u. s. w., von K. C. v. Leonıd. 2te Aufl. Heidelb. 1831.

zeitig die rohern Thierclassen und endlich die auf einer höhern Stufe der Organisation stehenden auf der Erdkruste ihren Ursprung nahmen.

Da aus den frühern Untersuchungen hervorgeht, dafs zwischen organischer und unorganischer einfacher Materie kein wesentlicher Unterschied anzunehmen ist, aus den zuletzt angestellten aber folgt, dafs organische Wesen erst später auf der Erde vorhanden waren, so fragt sich, auf welche Weise die ursprünglich allein existirende unorganische zur organischen umgestaltet und zu lebenden Wesen vereinigt wurde. Mit Sicherheit läfst sich auch dieses nicht beantworten, weil wir nicht wissen, was für Kräfte in jener vorgeschichtlichen Zeit vielleicht thätig waren; indefs ist im hohen Grade wahrscheinlich, dafs mit Ausnahme von etwa einer, der Belebung im Allgemeinen günstigen, höhern Temperatur der Erdkruste keine andern wirksamen Potenzen anzunehmen sind, als die noch gegenwärtig das fortdauernde Leben in beiden Naturreichen erhalten. Wollte man hiergegen das Argument anführen, warum nicht noch gegenwärtig aus unorganischen Elementen belebte Wesen entstehn, so läfst sich dieses dadurch umgehn, dafs zwar hierfür keine überzeugenden Erfahrungen vorhanden sind[1], damit aber die Unmöglichkeit noch keineswegs erwiesen ist. Inzwischen geht aus Versuchen, welche ich selbst angestellt habe, zur Evidenz hervor, dafs sogar zusammengesetzte organische Materien ohne freien Zutritt der atmosphärischen Luft weder Priestley'sche Materie noch Infusorien erzeugen. Ich habe nämlich Erbsen, Gerstenkörner, aufgelösten Schreinerleim, gekochte und diluirte Stärke in verschlossenen Gläsern mit destillirtem Wasser entweder mit etwas atmosphärischer Luft oder in ganz erfüllten (wobei in

1 Fray in Essay sur l'origine des substances organisées et inorganisées. Par. 1807. und Essay sur l'origine des corps organisés et Par. 1817. will zwar die Entstehung der Infusorien in reinem Wasser und Gruithuisen in Aufgüssen von Granit, Marmor und Kreide beobachtet haben, s. Gehlen Journ. Th. VIII. S. 150., allein dieses streitet gegen die höchst zahlreichen Beobachtungen vieler anderer Physiker. Vergl. Tiedemann Physiol. S. 95. Wenn aber auch durch die bisher bekannte Versuche aus bloſser unorganischer Materie ursprünglich nie ein belebtes Wesen erzeugt worden ist, so beweist dieses das bekanntlich noch nicht die Unmöglichkeit.

ztern Falle durch ein gekrümmtes und in ein anderes Gefäfs it Wasser geleitetes Rohr für die Wirkung der ungleichen isdehnung durch Wärme gesorgt war) Monate und Jahre ıdurch den verschiedensten Einflüssen der Wärme und des chts ausgesetzt, allein die Früchte quollen blofs anfangs et- is und blieben dann unverändert, der Leim und die Stärke er vereinigten sich allmälig zu einer in der Mitte des Was- s schwimmenden, etwas dichtern Masse, aber alles ohne eine ur von Vegetation oder thierischem Leben. Am auffallend- n aber war das Verhalten eines Glases mit eingeschmirgel- ı Stöpsel, worin sich bis zur Hälfte gefüllt etwas in de- lirtem Wasser gekochtes und in vielem kalten nachher di- tes Stärkemehl befand; die Hälfte des Glases füllte at- sphärische Luft. Dieses Glas wurde auf gleiche Weise, die eben genannten Präparate, behandelt und endlich nach a 18 Monaten in einen blofs mit Drahtgitter verschlosse- ı Schrank eines im Winter geheizten Zimmers gesetzt, bis as über zehn Jahre nach dem Anfange des Versuches der alt zur nähern Untersuchung kam. Das Wasser war schwach e, ohne irgend ein Häutchen an seiner Oberfläche, die ke aber hatte sich in der Mitte des Wassers zu einer Art schleimiger Masse vereinigt, welche farb- und geruch- in der Mitte am dichtesten war und von da aus sich in llosen stumpfen Spitzen ausbreitete. Die ziemlich zähe itere Masse war für grofse Vergröfserungen zu dick, die en der Spitzen aber glichen frappant Bündeln sehr fein chelten Flachses, so dafs hiernach die Wirkung anzie- ler Kräfte unverkennbar war; aus allen Versuchen aber ı ich die Folgerung ableiten, dafs ohne freien Zutritt der sphärischen Luft selbst organische Substanzen auch unter t günstigen Bedingungen kein vegetabilisches oder anima- es Leben zu erzeugen vermögen.

29) Das Wechselverhältnifs zwischen den Vegetabilien Animalien, vermöge dessen die ersteren Kohlenstoff auf- ıen und Sauerstoffgas frei machen, während die letztern beiden die Kohlensäure wieder erzeugen, ist oben bereits hnt worden. Rücksichtlich des Verhaltens der Materie in ın ergeben viele mit einem grofsen Mikroskop von Plössl ommer 1830 absichtlich zur Aufklärung dieser Aufgabe mir angestellte Beobachtungen der Hauptsache nach Fol-

gendes. Frische Pflanzentheile, insbesondere Blumen, wie namentlich Nelken, geben im Wasser unter dem Zutritte der freien Luft und Mitwirkung von Wärme in wenigen Tagen eine erstaunliche Menge von Infusorien, welche durch die Schnelligkeit ihrer Bewegungen eine starke Lebensthätigkeit zeigen, bald sterben und durch Aufhäufung ihrer Leichname eine sonderartige Masse bilden, aus welcher neue Vegetabilien in Gestalt von Schimmel und Priestley'scher Materie zum Vorschein kommen. In den Blumen und vegetirenden Pflanzen scheint also das Lebensprincip sehr gesteigert zu seyn. Kornmehl in Wasser geschüttet läfst unter gleichen Bedingungen zwar gleichfalls Infusorien entstehn, aber später, kleinere, minder regsame, in geringerer Menge, und zugleich bilden sich die oben bereits erwähnten kleinen cylinderförmigen Körper, die sich zu vegetabilischen Gebilden zu vereinigen scheinen, keine Spur von Bewegung zeigen und überhaupt regelmäfsiger, gleichförmiger und glatter sind, als die Infusorien von gleicher Gröfse. Infusionen von Brot und Backwerk geben verhältnifsmäfsig wenige und kleinere Infusorien, Chylus von einem Hunde stand lange unter günstigen Bedingungen in einem leicht bedeckten Glase, erzeugte aber entweder keine oder nur mit 500facher Vergröfserung des Durchmessers unvollkommen erkennbare, wenig bewegliche Infusorien, Aufgüsse von rohem und gekochtem Fleische endlich gingen ohne alle Erzeugung lebender Wesen in Fäulnifs über. Aus diesen hauptsächlichsten Resultaten einer langen Reihe von Versuchen will ich also folgern, dafs die in den Pflanzen vorhandene organische Materie der Belebung am meisten fähig ist und nach dem baldigen Uebergange aus dem Pflanzenreiche in das Thierreich zwar einen hohen Grad der Lebensthätigkeit zeigt, von dieser höchsten Stufe aber durch gänzliche Zersetzung in einfache Stoffe oder binäre Verbindungen der Gesammtmasse vorhandener Materien wieder anheim fällt. Die für die Wissenschaft so höchst wichtigen Fragen, warum aus organischen Stoffen unter den günstigsten Bedingungen in verschlossenen Gefäfsen keine belebten Wesen erzeugt werden, ob sonach die Samen hierzu in der Luft vertheilt sind, weil ihr freier Zutritt unumgänglich nothwendige Bedingung der Belebung ist, ob die gesammten, noch jetzt wirksamen, physischen Kräfte im Anfange die rohern, allmälig zu feinern übergehenden

rganischen belebten Wesen zu erzeugen vermochten, oder ob
ıd in welchem Umfange die einzelnen Gattungen und Arten
ner besondern Schöpfung bedurften, werden vielleicht für
ımer im Dunkeln bleiben[1].

30) Im genauesten Zusammenhange mit diesen Betrachngen stehn die wiederholt aufgestellten Behauptungen von m Uebergange einfacher Stoffe in andere. Als in frühern iten der Unterschied zwischen einfachen Stoffen und zunmengesetzten Materien noch nicht so scharf bestimmt war d man es mit diesen Ausdrücken überall nicht genau nahm, insbesondere die Theorie von den vier Elementen oder sonannten Elementarstoffen, die in einander übergehn sollten, Ansehn stand, konnte diese Frage überhaupt nicht aufgerfen werden. Zum Theil schon damals und auch später verleitete die Sucht, unedle Metalle in Gold zu verndeln, zu einer Menge kostbarer Versuche, deren viele für Chemie von grofsem Nutzen gewesen sind, mehrere Gerte vertheidigten die Möglichkeit, welche durch einige Errungen auch allerdings historisch wohl hinlänglich begründet rden ist, einige thaten die Sache durch trügliche Versuche dar[2], gegenwärtig jedoch durch genauere Kenntnifs derselben Beweiskraft verloren haben. Inzwischen kam man schon ıer zu der Ueberzeugung, dafs durch Anwendung rein mischer Mittel eine solche Umwandlung unmöglich sey[3], ;er aber fand die Hypothese Vertheidiger, dafs unter Mitkung der organischen Thätigkeit und der Lebenskraft Bedtheile der Pflanzen und Thiere aus dem Wasser oder :h Umwandlung einfacher Materien in andere erzeugt wür. Namentlich sollte der Schwefel, der Phosphor, die kerde in den Animalien, der Kohlenstoff, der Kalk und Kieselerde in den Vegetabilien auf diese Weise ihren Urng erhalten, weil jene Substanzen in den Nahrungsmitteln all nicht oder in zu geringer Menge vorhanden seyen,

---

1 Eine Menge interessanter Thatsachen findet man in den lehren Berichten über die Erzeugung und physische Beschaffenheit nfusorien von Ehrenberg, namentlich in G. C. 1 ff.

2 Der bekannte Beireis in Helmstädt zeigte in seinen Vorlesunwie man aus Blei Gold machen könne.

3 Vergl. Lavoisier in Mém. de l'Acad. 1770, 1773 u. 1790.

Pflanzen aber in reiner Kieselerde mit Wasser oder in leerem allein aus ihren Samen erzeugt und unterhalten werden könnten[1].

Noch neuerdings hat v. Crell durch eine Reihe von Versuchen mit Zwiebelgewächsen darzuthun sich bemüht, daß die Menge des in den Pflanzen vorhandenen Kohlenstoffs durch den Vegetationsprocefs ohne irgend eine fremde Substanz, außer reinem Wasser, in gänzlich verschlossenen Gefäßen vermehrt werde, allein es ist unter andern auch durch meine eigenen Versuche[2] erwiesen, daß Pflanzen unter solchen Bedingungen nicht gedeihen, und man muss daher schließen, daß die von ihm erhaltenen Resultate nicht haltbar sind[3]. Obgleich es also Versuche in Menge giebt, aus denen das Resultat hervorzugehn scheint, daß durch Einwirkung der vegetabilischen und animalischen Lebensthätigkeit einige Stoffe in andere verwandelt werden können, ohne eine [illegible] Beziehung auf die Naturkräfte mit sich selbst im Widerspruche stehende Schöpfung aus dem Nichts anzunehmen, so finden diese Erfahrungen doch in andern mit größter Sorgfalt angestellten Untersuchungen keine Bestätigung, indem vielmehr die feinsten Analysen darthun, daß die vermeintlich [illegible]

---

1 Vauquelin in Scherer's Journ. d. Chem. III. p. 115. J. C. C. Schrader und J. S. B. Neumann zwei Preisschriften über d. eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung d. erdigen Bestandtheile in d. verschied. inländ. Getreidearten. Berl. 1800. 8. Kramer über Erzeugung d. Kiesels u. d. Quarzes. Leipz. 1782. C. A. [illegible] über die Umwandlung und den Uebergang einer Erd- und Steinart in die andere. Berl. 1780. Lampadius neue Erfahrungen im Gebiete der Chemie und Hüttenkunde. II. S. 100. Desgl. Sammlung chemischer Abhandlungen Bd. III. S. 153. Vergl. J. [illegible] in Hallescher [illegible] Bd. VIII. u. s. w. Gegen die Möglichkeit einer solchen Umwandlung erklärte sich schon früher Wiegleb über die Umwandlung einer Erd- und Steinart in die andere. Berl. 1792. 8. Interessante [illegible] gen nicht sowohl der Erzeugung als vielmehr der Ausscheidung der Kieselerde aus der Kreide zur Bildung der Feuersteine in der [illegible] sten Zeit erzählt Hacquet in Oryctographia Carniolica. T. II. p. [illegible] u. 163. [illegible] in Gehlen's Journ. 1805. Bd. I. S. 42.

2 G. XXXIII. 428. XXXIV. 296.

3 Comm. Soc. Reg. Gott. rec. T. I. Ich bin [illegible] unterrichtet, daß der Gartenaufseher die eingesetzten Zwiebelgewächse durch Oeffnen der Gläser dem freien Zutritte der Luft aussetzte, weil sie sonst nicht wachsen wollten. Daher der [illegible]

ngten Substanzen in den Nahrungsmitteln der Pflanzen und hiere, namentlich auch in der Luft, zwar in geringer, aber ich in genügender Menge vorhanden sind, um die wahrgenommenen Erscheinungen daraus zu erklären. Sobald aber irnd ein einfacher Stoff da zum Vorschein kommt, wo er cht unter den gegebenen schon vorhanden war, so würde eses zu dem Schlusse berechtigen, dafs er als eine Verbinng aus bereits vorhandenen Elementen oder als ein Theil ies der vorhandenen, mit Unrecht als einfach betrachteten irper zu halten sey, eine Verwandlung einfacher Stoffe in dere schliefst aber einen innern Widerspruch in sich und daher aus dem Gebiete der Naturlehre gänzlich zu vernnen. Wenn daher Männer von bedeutendem Rufe einitstehen sogenannter einfacher Stoffe durch die Wirkung des getabilischen und animalischen Lebensprocesses beobachtet haben glaubten, so setzten sie dabei voraus, dafs entweder se oder andere der vorhandenen nicht einfach seyn könn-; denn wären z. B. die Metalle, und namentlich das Gold, ht einfach; so wäre auch eine Erzeugung derselben durch sammensetzung oder Trennung nicht unmöglich[1].

31) Die Elemente der Materie, die Atome, sind zu Körn vereinigt oder es sind gewisse Mengen derselben in benmte Grenzen eingeschlossen. Bei diesen kann zuvörderst Form derselben hier ganz übergangen werden, weil diese das Gebiet der Mathematik gehört; ferner kann hier von verschiedenen Qualität der verbundenen einfachen oder ammengesetzten Stoffe gleichfalls die Rede nicht seyn, inn diese Untersuchung vielmehr in das Gebiet der Chemie verweisen ist, und es kommt daher hier nur die Art und Ursache des Zusammenhanges dieser zu Körpern vereinten terie in Betrachtung, worauf dann die verschiedenen sogeinten *relativen Eigenschaften* der Materie oder eigentlicher Körper beruhn. In dieser Beziehung wird hauptsächlich

1 Die strengen Anhänger der dynamischen Theorie müssen eine wandlung der verschiedenen Stoffe annehmen, sofern diese insgemt ursprünglich aus zwei Kräften bestehn. Leslie Ann. of Phil. . p. 10. dreht den Satz um und folgert aus der Verwandlung einen Materie in eine andere die Richtigkeit der Theorie von covich.

mittelbare Berührung der Masse der Körper bildenden Molecüle hindert, sondern er hat sich auch bemüht, auf diese Voraussetzung allgemeine Gesetze über die Atomgewichte, die Dichtigkeiten und Ausdehnungen der verschiedenen Körper zu gründen, deren nähere Prüfung ich jedoch hier übergehe, weil sie noch zu sehr hypothetisch sind und daher schwerlich geeignet seyn werden, über das eigentliche Wesen der Materie sichere Auskunft zu geben.

Ganz neuerdings ist Ampère[1] im Geiste dieser Laplace'schen Hypothese noch einen bedeutenden Schritt weiter gegangen, um das eigentliche Wesen der Materie zu erklären. Nach ihm bestehn alle Körper zunächst aus *Theilchen* (*particules*) von gleichem Aggregatzustande, als die aus ihnen gebildeten Körper. Diese Theilchen sind zusammengesetzt aus *Molecülen*, die sich nur bis zu einer gewissen bestimmten Entfernung einander nähern, indem ihr Abstand von einander bedingt wird erstlich durch das, was von den attractiven und repulsiven Kräften der Atome bis zu ihnen sich erstreckt, zweitens durch die Repulsion, welche aus der Wellenbewegung eines zwischen ihnen eingeschlossenen Aethers entspringt und drittens durch die Anziehung, welche der Masse direct und dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional ist. Sie sind eine Vereinigung von *Atomen*, die durch den Conflict der ihnen eigenthümlich zukommenden attractiven und repulsiven Kräfte zusammengehalten werden. Letztere sind einer obern so sehr überlegen, dafs diese als verhältnifsmäfsig fast unmerklich erscheinen, die Atome selbst aber sind materielle, mit jenen Kräften begabte Puncte. Die Molecüle sind allezeit hart, welchem Körper sie auch angehören, von polyedrischer Gestalt, die von den Krystallographen primitive Form genannt wird. Geht ein Körper aus dem Zustande der Festigkeit in den der Flüssigkeit über, so ändert sich der Zustand des Gleichgewichts der auf die Molecülen wirkenden attractiven und repulsiven Kräfte, wird aber ein flüssiger Körper fest, so vereinigen sich mehrere einfache Molecüle zu gröfseren zusammengesetzten. Durch mechanische Gewalt können blofs die Theilchen getrennt werden, die Kraft, welche aus den Schwingungen der Atome entsteht, kann die zusam-

1 Ann. Ch. Ph. T. LVIII. p. [illegible] Vergl. Bibl. univ. T. XLI p. 225.

ngesetzten Molecüle in einfachere zerlegen, wie sie im
pfbaren und gasförmigen Flüssigkeiten vorhanden sind, und
ſs chemische Kräfte können diese letztern noch weiter tren-
). Wenn z. B. bei der Verpuffung von zwei Volumen Was-
stoffgas und einem Volumen Sauerstoffgas zwei Volumen
asserdampf (unter gleichem Drucke und bei gleicher Tem-
atur) entstehn, so wird jedes Molecül Sauerstoff in zwei
eile getheilt und die Atome jeder dieser Hälften mit einem
lecül Wasserstoff verbunden, um ein Molecül Wasser zu
den. Dieses Verhalten folgt aus einem von Ampère gleich-
s aufgestellten Principe, daſs in gleichen Volumens irgend
er Gasart oder eines Dampfes bei gleichem Drucke und
icher Temperatur eine gleiche Zahl Molecüle enthalten sind;
e Atome müssen untheilbar seyn, denn obgleich der Raum
endlich theilbar ist, so würde doch bei den Atomen jede
nere Theilung in die Zwischenräume zwischen ihnen fallen.

Was Ampère noch weiter hinzusetzt über die Vibratio-
n der Atome und Molecüle, bezieht sich zunächst auf die
klärung der Phänomene des Lichts und der Wärme, die
n den Vibrationen der Atome herrühren, wie der Schall
rch die der Molecüle erzeugt wird; zu bemerken ist hier-
i jedoch, daſs die Atome in steten Vibrationen seyn sollen,
ne sich jedoch von den Molecülen zu entfernen, denen sie
gehören. Hierbei wird aber die Existenz eines stabilen
eichgewichts zwischen den attractiven und repulsiven Kräf-
ı vorausgesetzt, und es muſs zugleich die repulsive Kraft
hneller zu- und abnehmen, wenn die Entfernung sich ver-
dert, als die attractive Kraft. Beide Kräfte lassen sich auch
f eine einzige zurückbringen, wenn man im mathematischen
ısdrucke derselben die entgegengesetzten Zeichen annimmt.
ernach berührt diese Theorie auch die berühmte Streitfrage,
es auſser der Newton'schen Attraction noch eine solche giebt,
e andern Gesetzen, als denen der Masse und des umgekehrten
adratischen Verhältnisses des Abstandes unterliegt. Zu dem,
ıs hierüber bereits im Art. *Anziehung* gesagt worden ist, ver-
ent noch nachträglich eine ausführliche Untersuchung dieser
ıfgabe erwähnt zu werden, die Belli in zwei Abhandlun-
n, einer ersten kürzern und einer zweiten ausführlichern[1],

1 Riflessioni sulla Legge dell' Attrazione molecolare del Dre.

mit gröſserer Intensität zu wirken. In der That wäre dieses für sich allein und ohne Weiteres ganz unmöglich, denn FECHNER bemerkt zugleich ganz richtig, daſs nicht bloſs die Attraction, sondern zugleich die der Wärme eigenthümliche Repulsion zu berücksichtigen sey. Denkt man sich demnach, um dieses näher zu erläutern, daſs die Repulsion der Wärme übereinstimmend mit POISSON's Ansicht, mit zunehmender Entfernung in einem stärkern Verhältnisse abnimmt, als die Molecularattraction, so läſst sich allerdings ein Abstand zweier Molecüle denken, bei welchem die Attraction beider gegen einander durch die überwiegende Repulsion der Wärme verschwindet, obgleich die auf ein entfernteres Molecül ausgeübte, wo die schneller abnehmende Wärmerepulsion bedeutend vermindert worden ist, noch immer merkbar bleibt. Wollte man hieraus folgern, daſs demnach der Zustand der Festigkeit gar nicht statt finden könne, weil in diesem die Molecüle einander noch näher kommen müssen, so läſst sich dieser Einwurf leicht beseitigen, weil flüssige Körper nur durch Entziehung der Wärme, also unter der Bedingung einer bedeutenden Verminderung der Repulsionskraft, fest werden. Kann man für dieses Gesetz den analytischen Ausdruck

$$k r e^{-r m^2},$$

worin k und e Constanten (e gröſser als 1), r den Abstand zweier Molecüle und m eine beliebige groſse Zahl bedeuten, so verschwindet diese Function für $r = 0$ und $r = \infty$, wird aber für $r = \frac{1}{m^2}$ zum Maximum.

So scharfsinnig dieses übrigens ersonnen ist und so vielen Aufschluſs man daraus zur Erklärung vielfacher Erscheinungen in der Körperwelt entnehmen kann, so ist damit doch keineswegs eine anschauliche Vorstellung über das Wesen der Materie und die eigenthümliche Beschaffenheit der Wärme, insofern sie entweder repulsives Princip selbst oder mit diesem begabt seyn muſs, gegeben, und die Lösung dieser Frage wird den angestrengten Bemühungen der Naturphilosophen noch lange unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen.

M.

Mathematik.

Gröſsenlehre; *Mathesis;* les Mathématiques; *athematics;* ist die Wissenschaft, welche Gröſsen verichen, aus gegebnen Gröſsen andre nach gegebnen Bedinıgen bestimmen lehrt u. s. w. Der Name Mathematik hat ne unmittelbare Beziehung auf diesen bestimmten Gegennd, sondern μάϑησις, μάϑημα bezeichnet überhaupt Kennts, Wissenschaft; indeſs sind unter μαϑήματα schon bei den en vorzüglich die jetzt sogenannten mathematischen Wisschaften verstanden worden.

Wenn man bloſs bei den allgemeinen Untersuchungen über öſsen stehen bleibt, wie die *reine Mathematik* (mathesis ra) es thut, und nicht Anwendung auf Erfahrungsgegennde macht, so giebt es nur zwei Arten von Gröſsen, dieigen nämlich, die man als eine Anzahl einzelner Theile rachtet oder bei denen man bloſs auf die Zahl der Theile ht, und diejenigen, bei deren Betrachtung von der Lage, von ımlicher Bestimmung, die Rede ist; eine Gröſse der ersten t, wo man die Theile bloſs als zusammengenommen bechtet (*quantum discretum*), giebt uns bloſs Gelegenheit zum chnen; eine Gröſse der zweiten Art, eine räumliche Gröſse, ren Theile wir daher als in einer bestimmten Ordnung im ıume zusammenhängend uns vorstellen (*quantum continuum*), der Ausmessung fähig; indeſs gebraucht man das Wort *ssen* auch wohl von der Vergleichung der Zahlen oder anrer Gröſsen unter einander. Die hierher gehörigen Unterchungen nennt man *reine* Mathematik, weil sie frei von al- Erfahrung sich als im Verstande selbst gegeben darstellen d ihre Schlüsse sich als nothwendig an einander anknüpfen. der Geometrie scheinen zwar die vor Augen gelegten Firen ein Erfahrungshülfsmittel zu seyn, aber selbst der Schü- in der Geometrie überzeugt sich leicht, daſs es nicht eis streng richtig gezeichneten gleichseitigen Dreiecks bedarf, n den Satz zu beweisen, daſs das gleichseitige Dreieck drei eiche Winkel hat, sondern daſs es sich gewiſs so finden isse, wenn das Dreieck wirklich gleichseitig gezeichnet irde.

Sieht man blofs auf die Menge der in einer Gröfse enthaltenen gleichen Theile, wobei man von dem Grundbegriffe der Einheit und Vielheit ausgeht, so lehrt zuerst die *Arithmetik* aus gegebnen Zahlen andere Zahlen herleiten, die als Summe, Unterschied, Vielfaches, Theile u. s. w. aus jenen entspringen. Sie unterscheidet sich von der *Algebra* dadurch, dafs sie durch Rechnen mit bekannten Zahlen unbekannte Zahlen finden lehrt, ohne dafs man schon während des Rechnens selbst die unbekannte Zahl ins Auge zu fassen, sie mit in der Rechnung zu erwähnen nöthig hätte; bei algebraischen Aufgaben hingegen können wir nicht vermeiden, schon im Laufe der Rechnung an die unbekannte Gröfse zu denken, sie in der Rechnung einen Platz einnehmen zu lassen. Dieses hat zuerst zur Buchstabenrechnung geführt, indem man es bequem fand, die unbekannte Zahl durch ein Zeichen, durch einen Buchstaben anzudeuten. Die Buchstabenrechnung gewährt aber selbst in ihrer einfachsten Anwendung schon auch den Vortheil, allgemeine arithmetische Lehrsätze zu finden und Rechnungsregeln die in Worten umständlich seyn würden, in Zeichen einfach darzustellen und ihre völlige Allgemeinheit zu zeigen, und so wird sie die Grundlage der allgemeinen Gröfsenlehre.

Die Aufgaben der Algebra führen auf Gleichungen und die Auflösung der Gleichungen ist daher immer als Hauptgegenstand der Algebra angesehn worden. Als ein sich an die Algebra anknüpfender Theil der allgemeinen Gröfsenlehre, welche die Gröfsen nicht in ihrer räumlichen Verbindung betrachtet, ist die bei den neuern Mathematikern sogenannte *Analysis* anzusehn. Sie lehrt zunächst die mannigfaltigen Entwickelungen kennen, welche die Potenzen mehrtheiliger Gröfsen, die Exponentialgröfsen u. s. w. darbieten; insbesondere aber giebt sie in der *höhern Analysis* an, wie die veränderlichen Werthe *einer* Gröfse, die von *einer oder mehrern andern* abhängt, aus den letztern bestimmt werden. Die Untersuchung: wie hier die Aenderung der letztern Gröfsen zur Kenntnifs der Aenderungen jener erstern, die eine Function der letztern heifst, führen und wie man umgekehrt aus dem gegebenen Gesetze der Aenderungen einer Function auf die Form dieser Function selbst zurückschliefsen, sie bestimmen kann, macht den Gegenstand der *Differential- und Integralrechnung* aus.

Der zweite Theil der reinen Mathematik umfaſst die *Geo-trie*, welche von der Vergleichung räumlicher Gröſsen han-lt. Daſs die ebene Geometrie von Vergleichung solcher öſsen handelt, die ganz in einer Ebene liegen, die körper-he Geometrie oder *Stereometrie* dagegen von solchen, bei nen alle drei Abmessungen des Raums in Betrachtung kom-n, ist bekannt, und davon so wenig, als von der Reihen-ge der gleichsam einer zum andern hinleitenden Sätze will hier reden. Aber von den verschiedenen Methoden muſs doch etwas sagen.

Die einfachsten Sätze werden allemal nach der Methode, lche man die *synthetische* nennt, vorgetragen, deren Cha-ter man wohl so andeuten kann, daſs in einer Figur die ichen oder ähnlichen Theile aufgesucht und durch ihre rgleichung oder Verbindung neue Sätze aufgesucht und als htig bewiesen werden. (Man darf nur an den Euklidischen weis des Pythagorischen Lehrsatzes denken.) *Geometrische alysis* nennt man es dagegen, wenn man die Regeln einer rlangten Construction aus einer Figur, welche das Gesuchte on auf allgemeine Weise darstellt, herleitet und also das gebene und das Gesuchte gleich vom Anfang an in die Be-chtung zieht. Ein Beispiel wird dieses erläutern. Es wer-verlangt, ein Dreieck zu zeichnen, dessen einer Winkel Fig. 243. a, die Summe der beiden anliegenden Seiten = AB, die fferenz derselben Seiten = CD seyn soll, so ist es am vor-eilhaftesten, ein ganz willkürliches Dreieck LMN zu zeich-n, welches das verlangte nur obenhin vorstellen soll. Man rlängert NL um LP = LM, damit PN gleich der Summe eier Seiten sey, man nimmt LQ = LM, damit NQ die fferenz beider Seiten sey, und da man nun überlegt, daſs M, Q auf einem um L gezognen Kreise liegen und daſs PL = ½ MLQ, so hat man an ein willkürliches Dreieck IN eine Construction geknüpft, welche die Summe, den terschied und den Winkel fast so enthält, wie die Auf-e fordert, und welche daher nur umgekehrt werden darf, jene Aufgabe aufzulösen. Die Auflösung heiſst so: Man chnet pn = AB als gegebne Summe, trägt von n aus die Fig. 244. ſse nq = CD als gegebnen Unterschied auf, zeichnet m = ½ a, halbirt pq in l, macht l zum Mittelpuncte eines ises, dessen Durchschnittspunct m mit dem Schenkel des

Winkels sich nun ergiebt; dann sind l, m, n die drei Eck-puncte des gesuchten Dreiecks. Man ist also durch Betrachtung eines mit dem gesuchten weder durch Gleichheit noch Aehnlichkeit verbundenen Dreiecks zur Construction des gesuchten geleitet worden; freilich nicht ganz durch Analysis, sondern zum Theil durch Synthesis, aber doch vorzüglich dadurch, dafs man Eigenschaften, die ein jedes Dreieck besitzt und die mit den Forderungen der Aufgabe in Beziehung stehn, aufsuchte, welches eine analytische Behandlungsart ist.

Diese beiden Methoden, die eigentlich sogenannte synthetische und die der geometrischen Analysis, sind rein geometrisch; aber die Geometrie gestattet auch eine Behandlung, die ganz die arithmetische Form annimmt. Offenbar läfst sich, wenn a, b, h die drei Seiten eines rechtwinkeligen Dreiecks bezeichnen, der Pythagorische Lehrsatz in Form einer Gleichung darstellen: $a^2 + b^2 = h^2$, wenn wir uns die Seiten in gleiche Theile getheilt denken und mit der Anzahl dieser Theile rechnen; daraus aber folgt $a^2 = h^2 - b^2 = (h+b)(h-b)$ oder $(h + b) : a = a : (h - b)$, so dafs rechnend ein ganz neuer Satz gefunden worden ist: die eine Kathete ist die mittlere Proportionallinie zwischen Summe und Differenz der Hypotenuse und andern Kathete.

Diese Anwendung der arithmetischen Methode auf die Geometrie, deren Vortheile schon die Trigonometrie hinreichend lehrt, führt aber weiter, indem die eigentlich sogenannte analytische Geometrie uns bei der Kenntnifs der Eigenschaften krummer Linien unglaublich zu Hülfe kommt; sie lehrt uns theils in einer ganz rechnenden Darstellung, in algebraischen Formeln, die auf geometrische Betrachtungen gebaut sind, die Eigenschaften der Curven, der krummen Flächen u. s. w. so lesen, als ob wir sie mit Augen sähn, und leistet dieses selbst da, wo Zeichnung und Construction unüberwindlich schwer würden, theils aber dient sie uns auch umgekehrt, rein analytische Sätze leichter zu übersehn, indem wir sie auf geometrische Bestimmungen übertragen. Es ist nämlich leicht einzusehn, dafs sich alle Werthe einer Function y, die von x abhängt, als Ordinaten einer Curve darstellen lassen, so dafs diese Curve ein Bild der Function y, als alle ihre Werthe zugleich vor Augen legend, giebt; dadurch aber wird es

n möglich, rein analytische Sätze in geometrischer Form :ufassen [1].

Wie viel umfassend, ja wie unermeſslich der Umfang ıer reinen mathematischen Untersuchungen ist, läſst sich : nicht nachweisen und die bisherigen Andeutungen müs- daher genügen. Von der Anwendung der Mathematik r muſs ich noch etwas anführen.

Man unterscheidet gewöhnlich drei Hauptzweige der *an- ›andten Mathematik (mathesis applicata)*, die Anwendung ılich auf Gleichgewicht und Bewegung, auf die Erschei- ıgen des Lichts und auf die Erscheinungen der Himmels- per; aber in wissenschaftlicher Hinsicht haben diese ver- iedenen Anwendungen einen sehr ungleichen Rang. Die ıren vom Gleichgewichte und der Bewegung, die *Statik* ılich, die *Mechanik, Hydrostatik* und *Hydrodynamik*, uhn, obgleich sie sich auf die Geometrie, Arithmetik und ılysis stützen, doch auf eigenthümlichen Grundsätzen und ›en sich, mit Voraussetzung einiger wenigen Erfahrungen, so sequent durchführen, daſs sie fast eben die mathematische ənge und Evidenz gestatten, wie die Lehren der Geometrie. ı Lehre vom Lichte (*Optik*) und die von der Bewegung Himmelskörper (*Astronomie*) hat einen so reinen und ei- ıthümlichen theoretischen Theil nicht, sondern beide geben ır zu den mannigfaltigsten Anwendungen der rein mathe- tischen Lehren und der Mechanik Anlaſs, aber doch nur zu chen Anwendungen, die keine neuen Grundprincipien dar- ten. Mit demselben Rechte, wie Optik und Astronomie, ·d man vermuthlich bald auch die Lehre von der Wärme, · Elektricität und dem Magnetismus als Zweige der ange- ndten Mathematik ansehn dürfen, da Fourier, Ampère, ıssow, Murphy und Andere schon sehr bedeutende Beiträge zu er mathematischen Betrachtung dieser Lehren geliefert haben.

1 Ich darf nur an die schwierige Lehre von den *besondern Auf- ıngen* der hierzu geeigneten Differentialgleichungen erinnern, die ch Betrachtung der *Grenzcurven* in hohem Grade verdeutlicht wird. sey mir erlaubt hinzuzufügen, daſs vorzüglich der zweite Theil ner höhern Geometrie und ebenso Monge applicat. de l'anal. à la ım. den Zweck hat, die schwierigen analytischen Lehren durch metrische Darstellung zu verdeutlichen.

Als Anwendungen der Mathematik in technischer Beziehung kann man acht verschiedene Abtheilungen angeben. 1) Die *praktische Arithmetik,* wo nämlich die allgemeinen Lehren der Arithmetik auf die besondern Gegenstände angewandt werden, welche der Handel, die Finanzwissenschaft, die Forstwissenschaft, die rechtliche Auseinandersetzung von Geldansprüchen aller Art, die Landwirthschaft, ja selbst die Chemie darbieten. 2) Die *praktische Geometrie*, die das Ausmessen und Darstellen von Theilen der Erdoberfläche zum Gegenstande hat. Zu ihr gehört auch die *Markscheidekunst* oder die Bestimmung der Lage der in den Bergwerken vorkommenden ausgearbeiteten Schächte und Stollen, sowie der Metall haltenden Gänge u. s. w., ferner die Kunst des Nivellirens oder Wasserwägens. 3) Die *praktische Mechanik* oder *Maschinenlehre*, eine Wissenschaft, die wegen so vieler von ganz speciellen Umständen abhängenden Verschiedenheiten bei weitem nicht die Sicherheit gestattet, wie die beiden vorigen. Indeſs lehrt sie die Wirkungsart der verschiedenartigen und auf verschiedene Weise angebrachten Kräfte beurtheilen, die Wirkung einer Maschine bestimmen, ihre vortheilhafteste Einrichtung angeben u. s. w. 4) Als von ihr getrennt muſs man die *Hydraulik*, nämlich denjenigen Theil der praktischen Lehre von der Bewegung flüssiger Körper betrachten, der bloſs die aus Gefäſsen ausflieſsende, in Röhren fortflieſsende Wassermenge und ähnliche Gegenstände betrifft. 5) Die *Baukunst*, gewöhnlich *bürgerliche Baukunst* genannt, welche die Einrichtung und den Bau von Wohnhäusern und andern Gebäuden zum Gegenstande hat, macht freilich vielfachen Gebrauch von mathematischen Bestimmungen, indem theils Eintheilung und Zeichnung, theils Berechnung der Festigkeit und angemessene Anwendung von Maschinen mathematische Kenntnisse erfordern, indeſs kann man sie so wenig, als die folgenden, eigentlich mathematische Wissenschaften nennen. 6) Die *Wasserbaukunst*, die von der Anlegung der Häfen und Canäle, vom Schutze gegen die nachtheiligen Einwirkungen der Ströme und des Meeres auf die Ufer handelt, und ebenso die *Straſsenbaukunst* fordern gleichfalls mathematische Kenntnisse. 7) Ebendieses gilt von den *Kriegswissenschaften*, unter denen besonders die *Artillerie* schwierige mathematische Aufgaben, z. B. die Bestimmung der Kugelbahn in der Luft, zu beantworten hat.

) Endlich bedürfen die zum *Seewesen* gehörenden Wissen-
:haften ganz vorzüglich der Leitung der Mathematik, indem
er Bau der Schiffe von der hydrostatischen Untersuchung über
as Gleichgewicht der schwimmenden Körper und über den
Widerstand bewegter Körper im Wasser abhängt, die Bestim-
ıung des Laufes des Schiffes und seines jedesmaligen Ortes
ıtronomische Kenntnisse fordert u. s. w.

Die Mathematik zeichnet sich, sofern sie von Erfahrungen
nabhängig ist, durch eine vollkommene Gewifsheit und durch
ne, jedem gesunden Verstande deutlich zu machende Evi-
enz vor allen Wissenschaften aus, und obgleich in der An-
endung auf die Natur sehr oft Hypothesen zum Grunde ge-
gt werden müssen, so gewährt doch auch da die strenge Con-
quenz ihrer Schlüsse eine genaue Einsicht in den Zusam-
enhang der Ercheinungen. Was zuerst die reine Mathema-
k betrifft, so liegen die Grundbegriffe von Vielheit und Ver-
iltnifs, von Raum und Lage so in unserm eignen Geiste,
ıfs die Sätze der Arithmetik und Geometrie uns nur als eine
ntwickelung dessen, was wir als gar keine Einwürfe zulas-
nd erkennen, erscheinen. Die Lehren der Arithmetik und
r daran sich anschliefsenden Algebra, Analysis und höheren
nalysis lassen sich so vortragen, dafs sie als eine ganz na-
rliche Reihenfolge, wo jede neue Frage sich an die schon
antwortete anschliefst und jede neue Frage ihre Beantwor-
ng schon in den vorigen findet, sich darstellen. In der
eometrie läfst sich ebenfalls die Art, wie ein Satz sich an
n andern anschliefst, wie der eine zu dem Bedürfnifs führt,
e Untersuchung so fortzusetzen, dafs der nächste Satz her-
rgeht, nachweisen, und wenn man so verfährt, so findet
an selbst im Fortgange zu den verwickeltsten Sätzen jeder-
it nur eine aus genauerer und immer genauerer Betrachtung
nz bekannter und sicher begründeter Kenntnisse hervorge-
ngene nothwendige Schlufsreihe.

Es ist zwar wahr, dafs auch in der reinen Mathematik
h zuweilen Irrthümer eingeschlichen haben, aber dieses
ch nur durch Unaufmerksamkeit, indem man entweder wirk-
h einen Fehler in den Schlufsfolgen gemacht und diesen
ch später nicht aufgefunden hatte, oder indem man Schlüs-
ı eine gröfsere Allgemeinheit beilegte, als man ihnen hätte

beilegen sollen[1]. Daſs diese Irrthümer fast immer nur als bloſse Uebereilungen anzusehn sind, zeigt die bei Entdeckung des Irrthums fast allemal sehr bald entschiedene Gewiſsheit für oder gegen die aufgestellte Behauptung. Dagegen sind aber allerdings die Lehren der angewandten Mathematik der Möglichkeit des Irrthums und einer schwer zu entscheidenden Unsicherheit unterworfen, und dieses hat sogar manche sonst scharfsinnige Physiker zu der Meinung verleitet, daſs die Zurückführung der Naturerscheinungen auf mathematische Betrachtung keineswegs so sehr zu empfehlen sey. Diese Meinung zu vertheidigen hat man angeführt, theils daſs die mathematischen Bestimmungen sich doch in den Anwendungen auf die Natur fast immer auf Hypothesen gründen, theils daſs eine anscheinende Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Formeln nicht immer einen Beweis für die Richtigkeit der Theorie gebe und die unrichtige Theorie leicht in der scheinbaren Sicherheit mathematischer Bestimmungen eine Stütze und ein Uebergewicht über die wahre Theorie finden könne. Diese Einwürfe, wenn gleich meistens nur von Männern herkommend, die mit der Mathematik nicht sehr vertraut waren, sind allerdings nicht ganz ohne Grund, aber doch keineswegs wichtig genug, um den Nutzen der mathematischen Naturforschung in ein ungünstiges Licht zu stellen, wie ich durch die folgenden Betrachtungen zu zeigen hoffe.

Was zuerst die Nothwendigkeit betrifft, der mathematischen Behandlung eine Hypothese als anscheinend willkürliche Grundlage zu geben, so ist diese Nothwendigkeit fast in der Art der Naturforschung vorhanden, indem wir zuerst von der Vermuthung oder Hypothese, daſs die eine Erscheinung die Ursache der andern enthalte, ausgehn und durch Prüfung dieser Vermuthung den wahren Zusammenhang der Erscheinungen erforschen müssen. Diese Prüfung aber findet mit Hülfe mathematischer Regeln offenbar am bestimmtesten statt. Es ist nämlich erstlich eine unbestimmte Hypothese an sich schon unfähig, eine Grundlage mathematischer Untersuchung abzugeben, und daher muſs der Mathematiker zuerst sich genau fragen, welches die Grundbedingungen seiner Un-

1 z. B. Sätze, die von Potenzen mit ganzen Exponenten unbedenklich richtig sind, auch für Bruch-Exponenten als gültig an-

nung seyn sollen; oberflächliche Vergleichungen, Erklärungen, die uns ein bloſses Wort statt eines klaren Begriffes geben, zeigen sich sogleich in ihrer Nichtigkeit, sobald man sie in mathematischer Beziehung gebrauchen will. Es ist zum Beispiel in ältern Büchern oft davon die Rede, daſs der Mond durch seinen Druck die Fluth hervorbringe, und so lange man sich mit Worten begnügt, läſst sich gar nicht übel glaublich machen, daſs dieser Druck auf die Mitte des Oceans das Wasser an die Küsten dränge u. s. w.; aber wenn der Mathematiker hieran eine Rechnung zu knüpfen unternimmt, so ragt er, ob denn ein ähnlicher Druck auch auf die festen Theile der Erde statt finde, ob denn nicht ein solcher auf die ganze Erde ausgeübter Druck die Bewegung der Erde in ihrer Bahn ändern müsse, ferner ob denn die Zeit der Erscheinungen der Fluth mit dieser Voraussetzung übereinstimme u. s. w., und er überzeugt sich dann bald, daſs er diese Hypothese gar nicht zu einer mathematischen Grundlage der Theorie der Fluth gebrauchen könne, statt daſs die anziehende Kraft des Mondes alle Data zu einer Rechnung liefert und ie Erscheinungen durch sie sich sehr glücklich erklären. Ein ndres Beispiel kann Newton's Theorie der Farbenzerstreuung eben. Er begnügte sich nicht, obenhin zu sagen, es bilden ich bei der Brechung rothe und blaue Ränder, sondern er ahm die Hypothese einer für jeden Farbenstrahl der Gröſse ach verschiedenen, aber gleichen Gesetzen folgenden Brechung n, und wenn dann das Gesetz der Brechung, daſs das Verältniſs für die Sinus des Einfallswinkels und des gebrochenen Winkels constant sey, für jeden einzelnen Strahl statt nd, so lieſsen sich hierauf genau zu berechnende Folgerungen gründen, an welche gar nicht zu denken wäre, wenn an etwa in unmathematischen Worten dem rothen Lichte ne mindere Geneigtheit, den geraden Weg zu verlassen, beilegt hätte.

Die Prüfung einer Hypothese wird aber auch zweitens rum durch mathematische Rechnung am besten ausgeführt, eil man sich in den auf sie gebauten streng mathematischen lgerungen vollkommen gegen alle Trugschlüsse sichern kann, d dabei ist es denn auch unmöglich, durch ein vages Hind Herreden die Resultate der Beobachtung als der Grundpothese entsprechend darzustellen, wenn sie es in der That

nicht sind. Ja die mathematische Betrachtung gewährt drittens den Vortheil, die der Hypothese entsprechenden Erfolge nach Zahl und Maſs anzugeben und so zu entscheiden, ob die Hypothese sich an die Reihe der Beobachtungen ganz genau anschlieſst, oder ob sie eine ganz andere Folge von Werthen bei veränderten Umständen giebt, oder ob die beobachteten Werthe zwar das angenommene Gesetz in gewissen Fällen befolgen, aber doch in andern Fällen regelmäſsige Abweichungen darbieten. Im letztern Falle geben die Vergleichungen dann eine Veranlassung, um die Nebenumstände aufzusuchen, die eine Abweichung von der Theorie zur Folge haben, und oft selbst die mit einwirkenden Kräfte schon in dem Gange ihrer Wirkungen kennen zu lernen. Die Vergleichung der Bewegung der Himmelskörper, z. B. des Mondes, hat viele Beispiele von diesem nicht vollkommenen Zusammentreffen der Erfahrung mit der Theorie gegeben, und die Beobachter haben sich oft geraume Zeit begnügen müssen, nur das Gesetz der Abweichungen, welche zwischen der Theorie und der Erfahrung statt fanden, aufzufassen; aber bis jetzt hat noch fast immer sich gezeigt, daſs auch die Theorie, hier nämlich die Theorie der allgemeinen Gravitation, jene Abweichungen rechtfertige, indem diese nur von einer noch nicht mit in Betrachtung gezogenen Einwirkung (eines minder bedeutend scheinenden, benachbarten Planeten zum Beispiel) abhingen. Und wo auch, wie z. B. bei der Bewegung des Encke'schen Kometen, eine noch unerklärte Correction nöthig bleibt, wo wir daher eine fremde Einwirkung (hier wahrscheinlich den Widerstand des Aethers) annehmen müssen, da zeigt doch gewöhnlich die Vergleichung zwischen Rechnung und Beobachtung, ob man diese Abweichung einem Nebenumstande zuzuschreiben habe, oder die ganze Hypothese als unrichtig aufgeben müsse. Im schönsten Lichte zeigt sich aber viertens die mathematische Prüfung der Theorie da, wo es ihr gelingt, noch nicht wahrgenommene Umstände als nothwendige Folgerungen aus der Theorie vorauszusagen und wo diese sich, wenn man seine Aufmerksamkeit auf sie richtet, bestätigt und selbst in genauen Zahlenbestimmungen richtig finden.

Durch solche Uebereinstimmungen gelangen wir sehr oft zu der Ueberzeugung, daſs die Hypothese, als überall

währt befunden, die richtige sey; aber dennoch ist der Einwurf, daſs eine Hypothese einer groſsen Reihe von Erscheinungen entsprechen und dennoch unrichtig seyn könne, nicht ganz ungegründet. Die Tychonische Hypothese über die Anordnung des Planetensystems, daſs nämlich die Erde ruhe, der Mond und die Sonne Bahnen um dieselbe durchlaufen, die sämmtlichen Planeten und Kometen aber Bahnen um die Sonne beschreiben und daſs die Sonne bei ihrem Umlaufe um die Erde alle diese Bahnen und die auf ihnen bewegten Körper mit sich fortführt, ist gewiſs irrig, aber sie entspricht beinahe allen Erscheinungen, und wenn man die Aberration des Lichts nicht kennte, welche geradezu auf eine Bewegung der Erde hindeutet, und das dritte Kepler'sche Gesetz (daſs sich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Cubi der Entfernungen verhalten) nebst den Newton'schen Attractionsgesetzen unbekannt geblieben wären, so könnte man diese Hypothese allerdings mit vielen Gründen vertheidigen. Ein ebensolches Beispiel für die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung geben die beiden Theorieen des Lichts, die beide sich an sehr zahlreiche Erfahrungen anschlieſsen und dennoch nicht beide richtig seyn können. Die Betrachtung solcher Beispiele ist allerdings geeignet, gegen eine allzu sichere Behauptung, daſs wir die Wahrheit ganz gewiſs erkannt und durch mathematische Schlüsse bestätigt haben, etwas miſstrauisch zu machen, aber sie erschüttert die Behauptung nicht, daſs unter den uns dem Irrthum unterworfenen Menschen verliehenen Mitteln, zur Erkenntniſs der Wahrheit in Beziehung auf die Naturerscheinungen zu gelangen, die Mathematik zu den vorzüglich sicheren gehört. Dem Irrthum bleiben wir fast überall möglicher Weise ausgesetzt und müssen dieses demüthig anerkennen, aber dieses ist gewiſs bei der sogenannten naturphilosophischen Methode weit mehr der Fall, als bei der mathematischen. Diese zu befolgen, sie überall, wo es möglich ist, anzuwenden und mit ihrer Hülfe die Erfahrung Schritt für Schritt mit dem, was eine zum Grunde gelegte Hypothese angiebt, zu vergleichen, das ist gewiſs im Allgemeinen der am meisten zu empfehlende Gang der Naturforschung, und unser jetziges Zeitalter verdankt groſsen Theils dieser Forschungsweise die so groſsen und raschen Fortschritte, deren wir uns erfreuen.

Noch ein Vorwurf mag hier erwähnt werden, den man den mathematischen Physikern gemacht hat, nämlich daſs sie mit zu viel Vorliebe mathematische Formeln auch da anbringen, wo man mit leichterer Rechnung ausreicht. Dieser Vorwurf trifft nicht eigentlich diejenigen, welche zum Zwecke einer weitern Ausbildung der Naturlehre sich solcher Formeln bedienen, sondern die, welche Lehrbücher oder Bücher, die zur Verbreitung der Wissenschaft bestimmt sind, schreiben. In dieser Beziehung bietet jener Vorwurf zwei ganz entgegengesetzte Betrachtungen dar. Von der einen Seite ist es in der That sehr zu empfehlen, daſs man die Lernenden gewöhne, den Gegenstand selbst immer streng im Auge zu behalten, und das geschieht oft besser bei Anwendung elementarer Methoden; von der andern Seite aber bietet die höhere Analysis auch wieder so unschätzbare Erleichterungen dar, daſs man Unrecht thun würde, wenn man dem Lernenden nicht sobald als möglich dieses so wichtige Werkzeug in die Hand gäbe. Eine geschickte Verbindung beider Methoden möchte daher wohl am meisten zu empfehlen seyn, damit der Schüler weder bei seiner Fertigkeit im Rechnen und bei geschickter Anwendung bequemer Rechnungsmethoden sich gewöhne, im Rechnen den Gegenstand der Untersuchung zu vergessen, noch aus Mangel an Kenntnissen sich unnöthig abmühe, welches gewöhnlich denen begegnet, denen es an mathematischen Kenntnissen fehlt.

Ueber den Nutzen der Mathematik für die Ausbildung des Verstandes ist es wohl überflüssig, hier etwas zu sagen, da diejenigen, welche sich mit der Naturlehre beschäftigen, gewiſs von diesem Nutzen überzeugt sind. Die Genauigkeit, mit welcher man bei dem Unterrichte in der Mathematik angeleitet wird, nichts, was noch ungewiſs oder unbekannt ist, als gewiſs und bekannt vorauszusetzen, die strenge Consequenz in den Schlüssen u. s. w. muſs bei richtiger Lehrmethode auf den Schüler einen sehr wohlthätigen Einfluſs haben. Dieses würde auch wohl allgemeiner anerkannt werden, wenn nicht theils die Beschränktheit mancher Philologen, die in der Grammatik der alten Sprachen, ja in einer Wortklauberei ihr Alles finden, auf manche Schule allzu unbedingten Einfluſs hätte, theils aber auch Ungeschicklichkeit im mathematischen

terrichte den Erfolg, welchen dieser haben sollte, sehr her-
ietzte.

Die *Geschichte der Mathematik* hier zu erzählen scheint
r unangemessen, da kaum die oberflächlichsten Umrisse hier
itz finden könnten. Noch immer ist MONTUCLA's vortreffli-
es Werk das einzige, welches die Geschichte dieser Wis-
ischaft auf eine angemessene Weise behandelt, aber freilich
neuesten Zeiten nicht mehr umfafst [1]. Kleinere Abrisse der
schichte der Mathematik giebt es mehrere. Für die Lite-
ur der ganzen Mathematik leisten recht viel: Literatur
Mathematik, Natur- und Gewerbskunde mit Inbegriff
Kriegskunst und anderer Künste, seit der Mitte des acht-
nten Jahrhunderts bis auf die neueste Zeit, von J. S.
SCH. Neue fortgesetzte Ausgabe von F. W. SCHWEIGGER-
IDEL. Leipzig, bei Brockhaus 1828. und Auserlesene ma-
matische Bibliothek oder alphabetisches und wissenschaft-
hes Verzeichnifs der besten mathematischen alten und neuen
1820 herausgekommenen Schriften von JOH. WOLFG.
ILLER. Nürnberg in d. Lechnerischen Buchh. 1820.

Lehrbücher der Mathematik hier anzuführen scheint mir
der grofsen Zahl derselben, da selbst die bessern hier nicht
genannt werden könnten, ohne Nutzen. KLÜGEL's von
LLWEIDE fortgesetztes und jetzt für die reine Mathematik
ch GRUNERT beendigtes mathematisches Wörterbuch in 5
iden, zu denen noch Supplemente von GRUNERT in 2 Bän-
erschienen sind (Leipz. b. Schwickert), enthält über die
:htigsten Gegenstände der Mathematik sehr schätzenswerthe
ehrungen.

B.

1 MONTUCLA histoires des mathématiques. Séc. édit. Tome I
V.





